

Э. НАЙТ и М. ВУЛЬПИ

674.7

Н20

ФАНЕРА

ГОСЛЕСТЕХИЗДАТ — 1935

ДЕП

Э. Найт и М. Вульпи

674.7

Н20

ФАНЕРА

Авторизованное и дополненное издание
под редакцией инж. А. ВИТТЕ

с 205 рисунками



РЕСПУБЛИКАНСКАЯ
НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ
ИЗДАТЕЛЬСКАЯ

МОСКВА
ГОСЛЕСТЕХИЗДАТ 1935



Книга Э. Найт и М. Вульпи „Фанера“ (авторизованный и переработанный перевод инж. А. Витте) посвящена вопросу выработки фанеры. В отличие от имеющейся по этому вопросу литературы эта книга уделяет много внимания облицовочной фанере, вопросу рисунка и показывает те перспективы, какие имеет декоративная фанера для внутреннего оборудования, выработки стильной мебели и других целей.

Книга подробно освещает вопрос о преимуществе облицовочной и клееной фанеры перед массовой древесиной, об области применения ее и ее испытании и технических свойствах, о новейших способах производства фанеры, подробно показывая весь технологический процесс производства.

Эта книга интересна и нужна не только широкому кругу работников фанерной промышленности, но и мебельщикам, декораторам и другим потребителям фанеры.

Опечатки к книге Э. Найт и М. Вульпи — Фанера

Стр.	Строка	Напечатано	Следует читать
8	19 снизу	Фанеро-строительный	Фанеро-строгальный
18	3 сверху	шпоны	шпона
29	2 и 3 "	применяется	применяемая
31	8 "	длиннее	шире
41	5 и 6 "	сопротивления растя-	сопротивления клеевого
		жению	шва
66	17 "	растяжению, расшире-	растяжению и изгибу
		нию и изгибу	
95	Рис. 42	$h = 4,5 \text{ м/мин}$	$h = 4,5 \text{ мм}$
96	Рис. 43	Свободный рез	Задний угол α
		Фанерный кряж	Диаметр чурака
		$h = 4,5 \text{ м/мин}$	$\approx 4,5 \text{ мм}$
		$\alpha = 40$	$\alpha = 4^\circ$
		150	150 см
108	5 снизу	Рис. 55 и 56	Рис. 5 и 56
112	10 сверху	проверке	проварке
112	19 "	воздушно-сухой	сухой
116	Рис. 59	сектора	сегменты
	подпись		
161	14 сверху	P_v	P_v
181	1 "	машина	ширина
202	5 "	В гл. III	В гл. II
240	Рис. 169	Клепка	Обкладка
	подпись		
260	9 сверху	вляя	клея
263	3 снизу	Luftfahrtforschung	Luftfahrtforschung
281	Рис. 185	проводом	приводом
	подпись		
289	Рис. 190	Специф. давление	Удельн. давление
298	18 снизу	На рис. 172	На рис. 196
300	1 "	штамп	штемпель

ных
про-
как
ста-
ский
ента
хно-
да-
вых
шие
тьи
Но
ьно

в
ний
фо-
яет
и
не-
ты
ли
ых
ер-
ась
ия
не
ов,
им-
ся.
ль
ю

За последние годы в печати появилось несколько серьезных книг по фанерному производству, насыщенных богатым цифровым материалом и конкретными данными. Такие работы, как «Фанерное производство» А. В. Смирнова, «Теплосиловые установки на фанерных заводах» С. М. Епанешникова, за короткий срок стали настольными книгами инженера-фанерщика, студента и учащегося школ ФЗУ. В них детально разбирается весь технологический процесс, подробно описывается оборудование и даются основные вехи правильной эксплуатации теплосиловых установок на фанерных заводах. Не менее интересны вышедшие из печати отдельным сборником научно-исследовательские статьи проф. Кротова, А. Андресена, Б. Писковитина и Н. Селюгина. Но интерес ко всем этим работам ограничивается лишь сравнительно узким кругом специалистов фанерного производства.

Общеизвестно, что фанера все шире и шире внедряется в самые разнообразные области техники и быта, и на сегодняшний день продукция фанерных заводов интересуются самые широкие слои населения. Сегодня инженер-архитектор потребляет фанеру для внутреннего оборудования жилых помещений и несомненно предъявит к ней еще больший спрос завтра. Мебельщик все шире и шире применяет фанеру и столярные щиты при изготовлении легкой, прочной и удобной мебели. Но если их спросить, довольны ли они продукцией наших фанерных заводов, то получим отрицательный ответ. Они скажут, что фанерщики преуспевают в количестве своей продукции, мало заботясь о ее качестве, и будут правы. Дело в том, что с точки зрения мебельщика и декоратора качество фанеры определяется не только прочностью клеевого шва и отсутствием слабых углов, но и красотой текстуры верхних слоев. А о правильном, симметричном и красивом рисунке наши фанерщики не заботятся. Они дают исключительно массовую продукцию и делают лишь упор на обыкновенную березовую или ольховую лущеную фанеру.

В редком из наших лесотехнических вузов, где имеются отделения по фанерному производству, найдешь преподавателя, который читал бы систематический курс по строганой фанере. Объясняется это, с одной стороны, отсутствием по этой отрасли фанерного производства литературы, которая по существу исчерпывается маленькой брошюрой М. Чистякова и несколькими страницами упомянутой выше книги А. В. Смирнова. Кроме того у нас по

фанерострогальному делу сильно ощущается недостаток в кадрах, которые буквально исчисляются единицами.

Мы справедливо гордимся нашими достижениями в области производства лущеной фанеры, которая дает значительный валютный эффект на внешнем рынке по сравнению с вывозимым сырьем, но не должны забыть и про резаную фанеру, где эффект этот легко может быть повышен в несколько раз получением на листе шпона красивых симметричных рисунков.

А разве наш рабочий и колхозник, наши знатные люди города и деревни не вправе требовать, чтобы купленный ими шкаф был не только удобен, но и красив? Несомненно это их неотъемлемое право, и для удовлетворения этого требования одной простой клееной фанеры далеко не достаточно.

Если присмотреться к производству облицовочной фанеры в других странах, то приходишь к выводу, что производство это стоит на большой высоте в США, Германии и Австрии, но лучшие образцы дает Франция. Французские фанерные мастера извлекают из краёв самые красивые рисунки, — они настоящие художники и энтузиасты своего дела. Поэтому французский товар и пользуется вполне заслуженной славой.

После разделки кряжа на четвертины французский мастер-художник не подходит к делу с формальной стороны, приступая просто к строганию четвертин по радиусу, а тщательно рассматривает каждый кусок сырья отдельно, предугадывая на основании опыта и художественного чутья, какой разрез способен дать наиболее красивый и богатый рисунок. Его фантазия подсказывает ему те возможные комбинации узоров и композиций, которые заложены в данном сегменте древесины.

Догнать и перегнать за границу также и в данной области производства — вот наша задача, ожидающая еще своего разрешения. Задача трудная, потому что она не укладывается в одни строгие математические расчеты или в строгое соблюдение установленных норм и правил технологического процесса, но вместе с тем увлекательная и необходимая, так как разрешение ее несомненно даст немедленный эффект по линии экспорта, а следовательно и валюты, что равносильно повышению темпов нашей индустриализации, возрастанию нашей экономической мощи и обороноспособности.

В книге американских авторов Найт и Вульпи описывается производство фанеры в США и отчасти в Европе, и в этом смысле она может быть использована нашими фанерщиками в качестве дополнительной литературы. Но ценность ее не в этом. Книга интересна тем, что в ней советский читатель впервые услышит новые нотки о таком казалось бы прозаическом сюжете, как фанера. Авторы — настоящие энтузиасты ценной облицовочной фанеры, и эта любовь к красивому стильному рисунку сказывается в их труде на каждом шагу.

— Беллетристика и поэзия! — пренебрежительно скажут иные недалекновидные наши фанерщики. Да, беллетристика, но беллетристика нужная, — ответим мы, — та беллетристика, при помощи

которой мы в ближайшие же годы должны получить дополнительную валюту и красивую декоративную фанеру для отделки наших пролетарских дворцов. Не ввозить же нам для внутреннего оборудования и стильной мебели вновь строящегося Дворца советов фанеру из Франции, часто кстати сказать изготовляемую за границей из наших же наплывов. А новый Химкинский комбинат от нас ее обязательно потребует, и в огромном количестве!

Авторы, в отличие от существующей на советском книжном рынке литературы, пространно говорят не столько об оборудовании фанерных заводов, сколько о самом фабрикате, и поэтому богато иллюстрированная книга (подверженная мной значительным сокращениям в тех частях, которые не представляют интереса для советского читателя) найдет отклик в широких кругах наших мебельщиков, строителей, специалистов по внутреннему оборудованию помещений и художников-декораторов, для которых она и написана. Но из этого вовсе не следует, что труд Найт и Вульпи неинтересен и для специалиста-фанерщика. Последний найдет много для себя полезного в части истории развития фанерного производства, изготовления гнутой фанеры, знакомства с американскими методами производства и т. д.

К авторизованному мною тексту Найт и Вульпи добавлены теоретические материалы, относящиеся к взаимодействию луцильного ножа и прижимной линейки и к разбору спиралей, по которым разворачивается шпон в луцильном станке (гл. VII). Материалы эти могут существенно облегчить работу исследователя при разработке теории резания на луцильном станке. Далее дан расчет времени по проварке чураков (гл. VIII), расчеты дыхательных прессов и ленточных сушилок (гл. X), описание масло-гидравлического привода луцильного станка (гл. VII), рецептура клеев, применяемых на фанерных заводах СССР¹ (гл. XIV), и в главе V исследовательские данные о фанере. Все добавления, за исключением рецептуры клеев, представляют собою обработанные мною по иностранным источникам материалы, главным образом немецкого происхождения, и появляются в советской печати впервые.

A. Bumte

¹ Рецептура была опубликована в вып. I трудов Центральной лаборатории Фанеротреста, ставшем в настоящее время библиографической редкостью.

Предисловие	3
Вступление, Америка и Европа	11

Глава I

Применение фанеры

История возникновения фанеры	13
Фанера завоевывает права гражданства	14

Глава II

Клееная фанера

Что такое клееная фанера	16
Американские обозначения	16
Европейские обозначения	18
Соединения посредством клея	19

Глава III

Преимущества облицовочной и клееной фанеры перед массивной древесиной

Обрабатываемость фанеры	21
Прочное основание	22
Способы достижения симметрии рисунка	22
Пирамидальные и сегментные фигуры	28
Экономические преимущества клееной фанеры	26
Выравнивание внутренних напряжений	30
Венпированные кромки	33
Свойства древесины	33
Сравнение пиломатериала и клееной фанеры в техническом отношении	34
Применение клееной фанеры в дирижаблестроении	37

Глава IV

Фанерный шпон для производства предметов изогнутой формы

Применение изогнутого шпона в мебельном производстве	42
Фасонные сидения	43
Фасонные крышки, шкатулки и другие предметы	43
Применение переклейки при производстве роялей	44
Применение переклейки для других струнных инструментов	45

Глава V

Испытание клееной фанеры и ее технические свойства

Растяжение и сжатие	46
Сопротивление на срез	46
Нагрузка на изгиб	46
Конструкция из нескольких слоев с перекрестным направлением волокон даст равномерное распределение нагрузки	47
Комбинированная прочность	48
Действие клея	48
Испытание клееной фанеры из окумы (габуна) и березы	49

Окумэ: (габун)	49
Изменение формы под влиянием влаги	53
Сопротивление растяжению и упругость	56
Влияние отдельных слоев фанеры на сопротивление растяжению	57
Влияние направления волокон на сопротивление растяжению	57
Сравнение упругости клееной фанеры и пиломатериала	58
Упругость при повторной нагрузке	58
Сопротивление разрыву при повторной нагрузке	58
Сопротивление сжатию параллельно волокнам	58
Сопротивление удару	59
Сопротивление изгибу	60
Сопротивление изгибу и упругость при повторной нагрузке	60
Сопротивление срезу	61
Сопротивление на раскалывание	61
Береза	63
Зависимость сопротивления растяжению от направления волокон	63
Влияние неправильного расположения волокна на сопротивление растяжению	65
Влияние текстуры на механические свойства древесины	66
Влияние структуры и толщины клееной фанеры на сопротивление растяжению, расширению и изгибу вдоль и поперек волокон и по диагонали	66
Столярные плиты	69
Зависимость между толщиной рубашек столярных плит и их короблением	69
Штамповка клееной фанеры и шпона	72
Влияние угла заострения α матрицы на силу давления и качество работы	73
Влияние угла заострения β матрицы на давление	74

Глава VI

История фанерного производства

До нашей эры	76
Эпоха Возрождения	77
Новейшее время	78

Глава VII

Новейшие способы производства фанеры

Расположение шпона в кряже	79
Станки для отделения шпона от кряжа	81
Сегментная пила	81
Фанеро-строительный станок	83
Лушильные станки	86
Лушение в полдерева	88
Работа лушильных станков	89
Взаимное расположение лушильного ножа и прижимной линейки	89
Спираль, по которой разворачивается шпон	96
Гидравлический привод лушильных станков	98
Нормальная толщина шпона	102
Усушка по толщине	104

Глава VIII

Современные фанерные заводы

Сортировка и хранение сырья	105
Пиленая дубовая фанера	106
Пропаривание и проварка бревен	111
Расчет времени при проварке чураков в баках	112
Строгание фанеры из красного дерева	115
Европейские фанеропильные и фанеро-строгальные заводы	120
Лушение в полдерева черного ореха	125
Производство фанеры при помощи лушения	130

Глава IX

Обработка фанерного шпона

Сушка шпона	151
Воздушная сушка	151
Искусственная сушка в специальных помещениях	152
Расчеты процесса искусственной сушки	161
Пример расчета дыхательных прессов	178
Пример расчета ленточных сушилок	181
Прирезка шпона	185
Фугование, составление и склеивание кромок шпона	187
Обработка облицовочной фанеры из наплывов	194

Глава X

Хранение шпона на складе

Складские помещения для облицовочной фанеры	199
Облицовочная фанера из ценных пород в сегментах или пачках	199

Глава XI

Конструкция клееной фанеры, различные ее виды и составные части

Различия между видами	202
Американская клееная фанера	202
Европейская клееная фанера	205
Составные части клееной фанеры	212

Глава XII

Обработка шпона для клееной фанеры

Обработка шпона для рубашек и серединок на фанерных заводах США	213
Обработка шпона для рубашек и серединок на европейских фанерных заводах	213

Глава XIII

Серединка из пиломатериала и обработка ее

Экономически целесообразные сорта древесины	221
Искусственная сушка	222
Штабелевка материала для сушки	223
Контроль производства и образцы для испытания	234
Пригонка	235
Дальнейшая обработка досок для серединок в Америке	237
Серединки европейского типа для толстых щитов	241

Глава XIV

Клеи, употребляемые для производства клееной фанеры

Общие сведения	247
Различные виды клея	248
Теория склеивания дерева	249
Растительный клей	251
Животный (мездровый) клей	258
Казеиновый клей	255
Кровяной альбумин	257
Жидкое стекло	259
Жидкие сорта клея	260
Пленочный клей (Leimfilm)	260
Испытание клея	263
Сравнение различных сортов клея	263
Рецептура клеев, применяемых на фанерных заводах СССР	264
Машины для приготовления клея и клеешалки	269
Применение пленочного клея	270
Клеевые вальцы	271

Глава XV

Склейка шпона под давлением

Способы склейки шпона, применяемые в древности	273
Современные методы	273
Американские методы	274
Американские фанерные прессы	280
Европейские методы	284
Современные прессы европейских фанерных заводов	287
Гидравлические горячие прессы	287
Гидравлический многоступенчатый горячий пресс (давление, температура клеек, сроки замыкания прессы, продолжительность процесса склейки и контроль)	288
Загрузка прессов	289
Механические загрузочные установки	291
Влияние температуры и других решающих факторов на результаты горячей клеек	296
Клейка фанеры в формах	297
Гибкая клееная фанера	299

Глава XVI

Окончательная обработка клееной фанеры

Удаление клеевой влаги	302
Обрезка фанеры	304
Шлифовка клееной фанеры	305
Циклевка фанеры	308
Отделка кромок	308
Окончательная отделка клееной фанеры	309
Контроль	309
Упаковка, транспорт и хранение на складе	309

АМЕРИКА И ЕВРОПА

Из истории культуры видно, что в прежние века художники и ремесленники сами добывали основной материал и сами же изготавливали орудия своего производства. Мы знаем, что старые мастера сами составляли краски, изготавливали свои кисти и т. д. Мастера кустарного производства, как например скрипичные мастера, сами выбирали в лесу подходящий лесоматериал, вырубали и распиливали его и сами производили все работы, могущие способствовать достижению совершенства в их изделиях. Даже еще в век Людовика XV ремесленники, выполнявшие великолепные инкрустации, обычно сами изготавливали свои пилы. Индустриализация ремесла привела к разделению труда и к специализации во всех областях. Наиболее отсталой в смысле индустриализации отраслью является обработка дерева.

Еще несколько десятков лет назад специализация в обработке дерева заканчивалась распиловкой на доски. Начиная с доски и до готовой продукции, обработка производилась ручным способом, правда с помощью современных инструментов и вспомогательных средств, изготавливаемых другими отраслями промышленности.

В Европе и Америке дальнейшая специализация и индустриализация в области обработки дерева протекали почти совершенно независимо друг от друга. Поэтому неудивительно, что в настоящее время продукция фанерных заводов обнаруживает различную в обеих частях света степень законченности.

Европейская промышленность поставляет на рынок главным образом полуфабрикат, который без дальнейшей обработки использовать на предметы потребления нельзя. Для выполнения более тонких работ этот полуфабрикат приходится подвергать еще дальнейшей механической обработке. Американские фанерщики поставляют свою продукцию уже в готовом виде, так что она поступает к потребителю без дальнейшей обработки.

Причина этого явления заключается в том, что в Америке изготавливаются предметы стандартизованные, а в старом свете привыкли считаться с индивидуальным вкусом отдельного покупателя, хотя это с экономической точки зрения и невыгодно. Это различие сказалось на объеме производственных предприятий, а также на самом процессе производства. Американская промышленность выпускает в большом количестве пиленный лес

стандартных размеров; европейские же заводы дают материал нестандартизованных размеров, который, смотря по надобности, распускается при разделке на требуемые размеры.

Эти принципиальные различия естественно сказываются и при исследовании предмета в настоящем труде. В связи с этими различиями и создались различные способы обработки и даже различия в конструкции станков в Европе и Америке.

Как известно, системы мер в различных странах также все еще не унифицированы. Даже в странах, введших метрическую систему, фанера измеряется еще в дюймах. Это диктуется тем обстоятельством, что на внешнем рынке главными потребителями этого товара являются Англия и ее колонии. Если в книге речь идет об американских данных, размеры приводятся в дюймах и рядом с ними в скобках ставятся соответствующие данные в метрической системе мер, принятой в Европе.

ПРИМЕНЕНИЕ ФАНЕРЫ

История возникновения фанеры

Если проследить историю возникновения фанеры, начиная с первого установленного случая ее применения в древнем Египте до современной высокоразвитой техники фанерного производства, то можно найти достаточно доказательств, подтверждающих прочность и долговечность фанеры и богатые возможности ее применения. Вряд ли удастся установить, вызывалось ли применение фанеры в древности необходимостью более экономного использования дерева или же другими мотивами. Повидимому, фанера находила главным образом применение для украшений. Сохранившиеся с древнейших веков предметы показывают, что и тогда уже инкрустации из слоновой кости, драгоценных камней, металлов и редких древесных пород давали поразительные художественно-декоративные эффекты. Часто тонкие пластинки или полоски слоновой кости, золота и серебра соединялись с различными ценными породами древесины для инкрустаций и рельефных работ. Примером этого может служить изображенный на рис. 1 древнеегипетский сундук, найденный в могиле одного из египетских фараонов. Но применение слоев облицовочной фанеры для инкрустаций в симметричных или асимметричных рисунках без использования другого материала стало повидимому общераспространенным, только начиная с XVII и XVIII веков и позже. Из этой эпохи сохранилось большое количество предметов, отличающихся большим вкусом и чрезвычайной сложностью рисунка.

В этот период фанерный шпон служил уже не только для обклеивания ровных плоскостей, а наоборот, в большей мере применялся в тех случаях, когда при выгнутой и неправильной форме предмета непокрытые кромки обреза нарушали внешний вид предмета. Такие кромки маскировались соответственным образом тонким слоем дерева. Часто оклеивались лишь торцевые стороны кромок с целью согласования их с боковыми, но также часто венировались и торцевые и боковые кромки.

Только с середины XIX века фанера с красивой текстурой получила экономическое значение. Редкие породы с красивой текстурой стали разрабатываться уже не на материал обычной толщины, а на тонкие листы, из которых можно было состав-

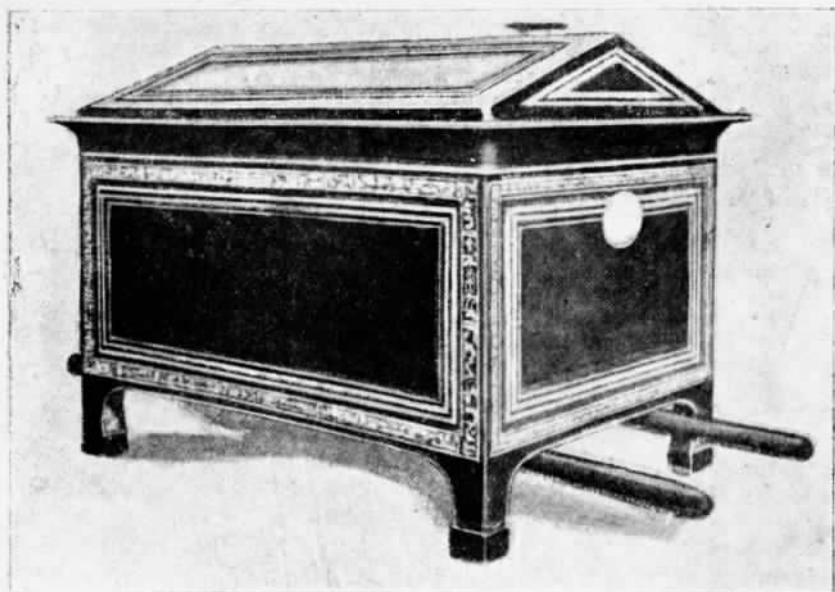


Рис. 1. Большой сундук из кедра, венированный черным деревом и сло-
новой костью с инкрустацией. Найден в гробнице фараона Тутанкхамэна

лять большие поверхности с согласованным однородным ри-
суном.

Почти одновременно стали учитывать возможность использо-
вания фанеры для изготовления гнутой мебели. Это чисто прак-
тическое использование гнутой клееной фанеры не имеет ничего
общего с искусством, которое играет большую роль при ука-
занной выше обкладке торцевых кромок и т. д.

Фанера завоевывает права гражданства

Область использования фанеры с глубокой древности до на-
ших дней постепенно увеличивалась. В настоящее время фанера
получила распространение, оправдываемое с самых разнообра-
зных точек зрения. Нельзя не отметить, что некоторые энтузиасты
слишком увлекаются применением фанеры там, где целесообразнее
было бы пользоваться массивным деревом. Опыт показал, что
насколько применение фанеры целесообразно в одних случаях,
настолько оно рискованно в других. Целесообразность приме-
нения фанеры в каждом отдельном случае должна вытекать
из назначения детали или целого предмета. В некоторых от-
раслях промышленности целесообразно применять комбинацию
фанеры с массивным деревом. Существуют области, где над-
лежит применять только цельное дерево, и бывают случаи, где
предпочтение должно даваться фанере.

Если в прежние времена фанера применялась почти исключительно как облицовочный материал для различных предметов и вырабатывалась из ценных и твердых пород дерева, имеющих красивую текстуру, то сегодня ее применение гораздо более многосторонне. Облицовочная фанера или, как мы ее теперь называем, облицовочный фанерный шпон занимает лишь сравнительно скромное место в фанерном производстве. В конце прошлого и начале текущего столетия возникло и окрепло производство фанеры, получаемой перекрестной склейкой нескольких более или менее тонких слоев дерева, в результате чего получилась клееная фанера или, как ее называют наши мебельщики, фанера-переклейка. Клееная фанера обычно состоит из нечетного числа листов шпона, причем внутренние слои ее изготавливаются из обыкновенной, не ценной древесины (береза, бук, ольха, осина, окумэ и т. д.). Даже оба наружных слоя, так называемые рубашки, в зависимости от назначения фабрика, не обязательно должны изготавливаться из ценной породы. Здесь существуют обширные области применения, как например самолетостроение, тара и пр., где красота рисунка не играет почти никакой роли. В случаях, где красивая текстура дерева желательна (мебель, внутреннее оборудование и т. д.), рубашки могут быть взяты из ценной древесины (орех, красное дерево, дуб и т. д.).

КЛЕЕНАЯ ФАНЕРА

Что такое клееная фанера

Для применения в практике фанера либо склеивается из нескольких слоев шпона, либо один или несколько слоев шпона наклеиваются на основу из пиленого леса или другого материала.

Клееная фанера (Plywood, Sperrholz) — сравнительно новый термин. В энциклопедических словарях он до настоящего времени вообще не встречается. Общеизвестного определения он до сих пор также не имеет. Ввиду того что клееная фанера в Америке и Европе обозначается и поступает в продажу под разными названиями, которые в свою очередь отличаются от того, что столяр по существу понимает под понятием клееной фанеры, необходимо внесение ясности в это понятие.

Хотя определения, данные в американском оригинале, для европейского рынка особого значения не имеют, но они приведены здесь, во-первых, для большей полноты, а во-вторых, потому еще, что одна из задач настоящей книги заключается в ознакомлении читателя с американскими условиями. Путаница в терминологии еще усугубляется тем, что в некоторых странах термин для обозначения того же продукта с годами меняется. Так например в Швеции клееная фанера долгое время носила название «Kryssfaner» (перекрестная фанера). Так как этот товар шведского производства не пользовался хорошей репутацией, то за последние годы, во избежание предубеждения против старого продукта, там приняли английский термин «Plywood», привившийся также и в прибалтийских странах. Чтобы не увеличить существующую неопределенность терминологии, ниже приводятся наиболее ходкие обозначения разных стран.

Американские обозначения

В деревообрабатывающей промышленности под термином «Plywood» понимается продукт, в котором более одного слоя дерева (пиленого леса или шпона) склеено по всей поверхности в одно целое. Такое слишком широкое толкование вызвало необходимость в более точных обозначениях. Это и послужило поводом для основания в Америке в 1919 г. «Plywood Manufacturers Association» (Объединение по производству клееной фанеры), в состав которого вошли главные заводы, вырабатывающие поделочный и строительный материал из клееной фанеры.

«Forest Products Laboratory» (Лаборатория лесных продуктов), организованная в Мэдисоне (штат Висконсин — США) для исследования лесных продуктов, в попытке найти более точное подразделение отдельных сортов венированного материала и клееной фанеры пришла к следующему выводу:

Laminated wood (расслоенная древесина) означает конструкцию, в которой два или больше слоев дерева соединены таким образом, что направление волокон во всех соседних слоях параллельно друг к другу.

Cross banded veneered panels — переклеенные венированные панели. Под этим следует понимать, что склеенный материал состоит из рубашек (veneer faces), внутренних перекрестных листов (veneer crossband) и серединки (center, или core) из массивного пиленого леса (Lumber). Термин «переклеенная» указывает на то, что волокна внутренних слоев расположены перпендикулярно к волокнам рубашек.

Plywood (клееная фанера, или фанера-переклейка) означает соединение различных слоев фанеры, склеенных таким образом, что направление волокон каждого слоя перпендикулярно направлению волокон прилегающего слоя.

Различие между обеими последними группами довольно неопределенно и трудно проводимо. Поэтому под термин «Plywood» (клееная фанера) обычно обозначают все три сорта.

Принятые в Америке торговые обозначения, так же как и технические, не вносят ясности в это дело.

Они разделены на следующие группы:

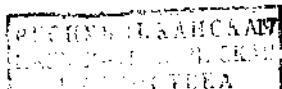
Panels (панели). Этим термином обычно обозначается конструкция из трех склеенных слоев шпона. Но им же обозначается конструкция из пяти слоев, при этом видимо подразумевается, — хотя это особо не отмечено, — что волокна прилегающих слоев расположены под прямым углом.

Tops (столярные плиты) в буквальном переводе — верх, крышка. Конструкция из пяти слоев с серединками из пиленого леса. Однако товар может быть и трехслойный, причем средний слой состоит из пиленого леса. Это разделение недостаточно четко, так как допускает разнообразное толкование. Так например на одном заводе могут изготавливать плиты с серединкой из пиленого дерева, а на другом — плиты той же толщины с серединкой из шпона.

Tops, вопреки истинному своему значению, могут служить для изготовления боковых стенок кроватей и мебели, дверей, цельных частей, выдвижных ящиков и т. п. Термин «panel» слишком неопределенный так например он применяется также для металлических и даже каменных плит, распределительных досок и пр.

В то время, когда уже заканчивалось американское издание настоящего труда, «Plywood Manufacturers Association» (Объединение по производству клееной фанеры) предложила для наиболее капитальных энциклопедических словарей следующие термины:

Plywood (клееная фанера), иногда пишут plywood.



Plywood — конструкция, состоящая из нескольких, обычно нечетных — 3, 5, 7, 9 — слоев дерева, верхние слои которой сделаны из шпоны, причем все слои конструкции склеены под давлением.

Plywood - Standart 3 ply (стандартная фанера трехслойка). Оба внешних слоя (рубашки) расположены параллельно, внутренний (серединка) — под прямым углом к внешним слоям.

Plywood-Standart 5 ply (стандартная фанера пятислойка). Оба внешних слоя и внутренний средний слой расположены параллельно, между тем как остальные два слоя, обозначаемые как cross bands (поперечные внутренние шпоны), расположены перпендикулярно к первым и параллельно друг к другу. Один поперечный внутренний шпон расположен между верхним (face ply) и средним слоями, второй — между нижним (back ply) и тем же средним слоем. Эта конструкция применяется для достижения прочности и устойчивости и для предупреждения коробления, расщепления или скручивания готовой переклейки.

Клееная фанера применяется главным образом при изготовлении мебели для квартир и учреждений, для корпусов роялей, фонографов и радиоаппаратов, панелей, внутренней отделки домов и т. п.

Гнутая, или фасонная, клееная фанера употребляется преимущественно на производство стульев, театральных кресел, изогнутых частей кроватей, выгнутых выдвижных ящиков и стенок мебели, крышек швейных машин, американских бюро и т. п.

Упаковочная клееная фанера применяется в производстве тары для металла, стекла и т. п.

Водоупорная клееная фанера изготавливается с помощью водоупорного альбуминового клея. Если погружение фанеры на несколько часов в воду и даже варка в воде не приводит к разъединению склеенных слоев, это служит признаком ее водоупорности. Водоупорная клееная фанера широко применяется в производстве самолетов, ледников, автомобильных дисковых колес, кузовов, ступеней, перил и вообще во всех случаях, когда требуется продукт, обладающий водоупорностью.

Европейские обозначения

В Европе конструкции, обозначенные термином «Laminated wood», вряд ли вообще где-либо выполняются, во всяком случае не на фанерных заводах.

Материал, обозначаемый в Америке термином «Cross banded veneered panels», в котором средний слой представляет собой более или менее широкую сплошную доску, изготавливается в Европе не только кустарным способом, но в сравнительно большом количестве и заводами, не пользующимися клееной фанерой фабричного производства в расчете на лучшее качество материала собственного производства и отчасти по соображениям экономии, основывающимся на неправильной калкуляции.

Почти во всех европейских странах в производстве клееной фанеры приняты следующие обозначения.

Тонкая клееная фанера или просто мебельная клееная фанера толщиной приблизительно от 0,3 до 13 мм состоит из нескольких слоев шпона. В смежных слоях направление волокон перпендикулярно друг к другу. Число слоев всегда нечетное и состоит из 3, 5, 7, 9 и т. д. листов шпона. Лишь в исключительных случаях встречаются отклонения, когда вместо одного среднего слоя кладется два, с одинаковым направлением волокон, на которые симметрично с обеих сторон наклеиваются остальные слои с поперечным направлением волокон. Различают трехслойную, пятислойную, семислойную и т. д. клееную фанеру¹.

Многослойная фанера обозначает товар, состоящий из более чем трех слоев шпона.

В Англии такого рода фанера называется Plywood threeply, fiveply, sevenply и т. д., в зависимости от количества слоев шпона.

Столярные плиты (называемые в Германии Tischlerplatten, а в Англии Batten plywood boards) представляют собой проклеенные щиты общепринятой толщины — от 10 до 40 мм, серединка которых состоит из узких склеенных между собой планок пиленого дерева, обычно не шире 25 мм, с параллельным направлением волокон. Серединка из пиленого дерева с обеих сторон обклеивается листами шпона с перпендикулярным направлением волокон. Если с каждой стороны серединки имеется по одному слою шпона, то фанера называется трехслойной, если же с каждой стороны серединки кладется по два слоя шпона, — пятислойной. В последнем случае волокна наружных листов шпона, или рубашек, расположены параллельно к волокнам серединки. Часто в пятислойных столярных плитах внешние слои фанеры изготовляются из ценных пород дерева: дуба, ореха, красного дерева и т. д.

Иногда средний слой столярного щита составлен из узких реек, нарезанных из клееной фанеры толщиной от 5 до 10 мм. Волокна этих реек расположены параллельно друг к другу. С обеих сторон такого среднего слоя наклеивается по листу шпона, волокна которого идут перпендикулярно к волокнам серединки. На рынок этого рода щиты поступают часто также с рубашками из ценных пород. (Такие столярные плиты в Германии называют Stäbchenplatten, а в Англии Laminated plywood boards).

Соединения посредством клея

Общеизвестно, что с помощью клея можно достигнуть прочнейшей связи между двумя кусками дерева, независимо от того, будут ли они из фанеры, досок или из более крупного пиломатериала.

¹ Для полноты следует еще указать, что в Европе клееную фанеру различают еще по способу склейки шпона в «сухом» и в «сыром» состоянии. Последний способ практикуется еще только в СССР, Польше и на единичных заводах некоторых прибалтийских лимитрофов. Вообще говоря, под европейской фанерой подразумевается товар, склеенный из просушенного шпона.

материала. На дерево однако неблагоприятно влияет влага, но влияние это особенно пагубно сказывается на клее. Поэтому для защиты от влаги всякий хорошо обработанный деревянный предмет должен целиком покрываться защитным слоем, например олифой, лаком или краской. Этот слой должен воспрепятствовать проникновению в древесину влаги. Массивное дерево, как и переклейку, следовало бы всегда подвергать такой обработке, чтобы все открытые поры на поверхности и на кромках были закрыты.

В качестве примера возьмем две столярные плиты: одну из пятислойной переклейки, другую — из массивного дерева.

Предположим, что эти плиты хранились на сыром складе. Вследствие того, что кромки массивной и переклеенной плит недостаточно защищены, они впитывают из окружающего воздуха влагу, которая вызовет в них стремление к растяжению. Плита из массивного дерева, не обладающая сопротивляемостью растяжению, вероятно покоробится и в конце концов потрескается, а склеенные швы разойдутся.

Клееный щит содержит четыре слоя клея на расстоянии приблизительно $\frac{1}{16}$ дюйма (1,6 мм) или менее от поверхности. Атмосферная влага не так скоро проникнет в эту комбинацию из дерева и клея. Напряжения от растяжения, возникшие благодаря впитыванию влаги 1,6-мм ($\frac{1}{16}$ ") шпоном, без труда выравниваются в остальном материале, сравнительно хорошо защищенном от влаги. Влага, проникающая через торцы середины, также может вызвать напряжение растяжения, но оба слоя клея и покрывающие средний слой листы шпона легко выдержат и выравниют это напряжение. Это станет особенно понятно, если сравнить относительно большую поверхность клея с относительно небольшой поверхностью кромок столярной плиты или массивного дерева.

Может ли влага воздуха при обычной температуре ослабить клеевую связь между слоями фанеры? Вопрос этот может быть поставлен только в случае, если применяется неводоупорный клей. Склеенная, правильно приготовленная мездровым клеем древесина скорее расколется по волокнам, чем по плоскости склейки. Иными словами, правильно склеенный шов крепче самого дерева.

Если клееную фанеру погрузить в воду или подвергнуть влиянию атмосферы, то при пользовании обыкновенным столярным клеем швы разойдутся, и фанерные листы потеряют свою связь. В тех же условиях массивная древесина впитает по крайней мере столько же, если не большее количество влаги и теряет значительную долю своей прочности. Как упомянуто выше и как изложено в главе о клее, существуют сорта клея, не допускающие возможности распада клеевых швов даже и при таких условиях.

ПРЕИМУЩЕСТВА ОБЛИЦОВОЧНОЙ И КЛЕЕНОЙ ФАНЕРЫ ПЕРЕД МАССИВНОЙ ДРЕВЕСИНОЙ

Обрабатываемость фанеры

Часто великолепный рисунок дерева получается в результате среза свилеватых, узловатых, волнистых или вообще отклоняющихся от нормального направления волокон, встречаемых в развилинах стволов, комлях, корневищах, разветвлениях, на пнях или других аномалиях роста. На рис. 2 изображена схема такого среза. Если распилить такие части кряжа на массивные доски в 1 или 2 дюйма и употребить их на изготовление мебели, то древесина покоробится и потрескается, и изготовленная из него мебель очень быстро придет в негодность.

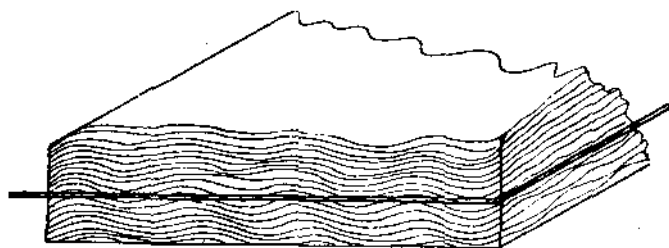


Рис. 2. Схема, показывающая происхождение волнообразного рисунка на срезе древесины с неравномерным расположением волокон

Большая часть узоров получается в результате косо́го среза.

Распиленное таким образом на массивные доски дерево редко поддается равномерной окраске или полировке, так как поверхности его более пористы, больше впитывают краску и не допускают выработки гладких поверхностей, возможных при распиловке вдоль волокон. Фанерные листы, снятые поперек волокон, не обладают достаточной сопротивляемостью и очень ломки. Для предупреждения порчи они должны храниться и обрабатываться в сыром состоянии. Порчу такой тонкой фанеры при условии правильного ее изготовления можно предупредить путем наклеивания ее на массивное деревянное основание. Красивые волнистые полосы красного дерева происходят от чередования мяг-

ких и рыхлых слоев с более твердыми слоями. Это затрудняет обработку красного дерева. Полосы ореха и эвкалипта происходят либо от годовичных колец, либо от масляных накоплений пигмента. Причина образования так называемого «птичьего глаза» (клен) до сих пор точно не выяснена.

Прочное основание

Мебельщик достигает желаемых эффектов путем тщательного отбора древесины из пород с красивой текстурой, но ему приходится применять только тонкие слои этих пород, наклеиваемые на прочное древесное основание. Этим обеспечивается сохранение формы изготавливаемого предмета, независимо от различных климатических условий при нормальном пользовании и даже в условиях, отклоняющихся от нормальных. Для достижения максимальных эффектов в готовом изделии наклейка узорчатой фанеры обязательна. Американцы называют основания, состоящие из фанеры, пиленого дерева или другого подобного рода материала, «cores» или «centers» и следовательно пользуются тем же термином, который в Европе служит для обозначения массивной серединки столярной плиты.

Способы достижения симметрии рисунка

Природные узоры древесины создают лишь случайные эффекты. Только в исключительных случаях, например при пестрой, полосатой текстуре древесины, можно пользоваться естественным узором в таком виде, в каком он получается при снятии шпона. Если класть подряд тонкие листы древесины с красивой текстурой в том виде, в каком они последовательно снимаются с одного и того же кряжа, то получится не особенно красивый рисунок. При применении такой фанеры отдельными листами легко может получиться даже впечатление вычурности. Часто косые эксцентрические фигуры текстуры создают оптический обман: кажется, что они обрезаны не под прямым углом или в составлении их была допущена какая-либо другая ошибка (рис. 3). Последовательно снятые с одного кряжа фанерные листы обыкновенно дают почти один и тот же рисунок. Если один из этих листов перевернуть и в таком виде сфигуровать оба листа, то получится симметричный рисунок, согласованность которого повышает его красоту. Такой рисунок создает художественный эффект, хотя он составлен из узоров, производящих в отдельности впечатление сумбура (рис. 4).

Ножевая фанера, снятая с четвертин дуба, обычно слишком узка для получения требуемой рабочей ширины и поэтому составляется из двух, четырех или шести полос. При этом каждая смежная полоса кладется в перевернутом виде, благодаря чему получаются две или три параллельных полосы с симметричным узором. Если такое распределение проводится планомерно, то достигается прекрасно подобранный рисунок или в виде дубо-

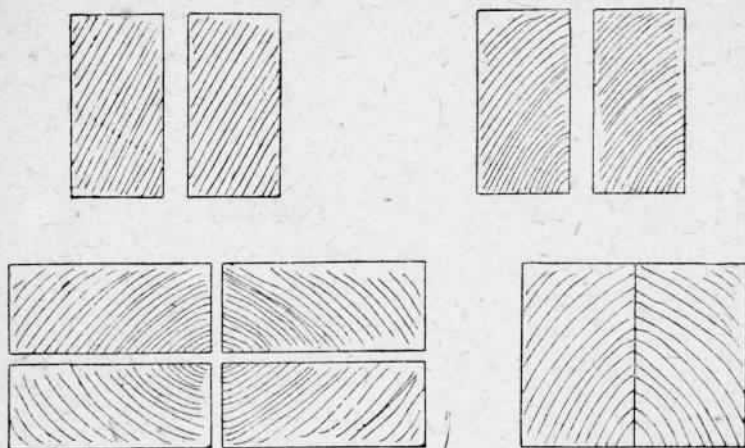


Рис. 3. Оптический обман получаемый в случаях, когда дерево имеет косое направление волокон. Кромки верхней фигуры кажутся непараллельными. Нижняя фигура справа показывает способы составления узоров, а нижняя фигура слева — составление из них гармоничного рисунка

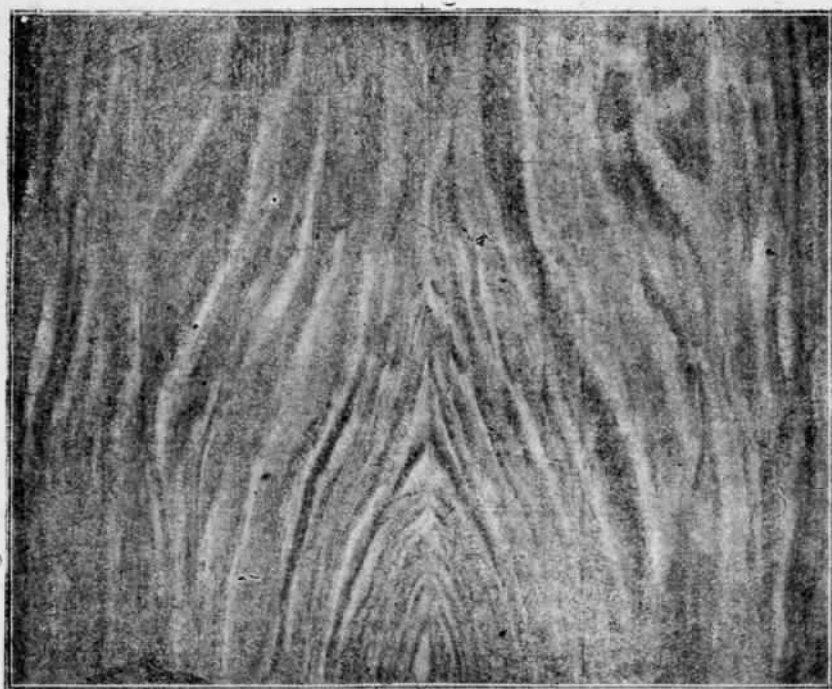


Рис. 4. Две сфугованные посредине полосы фанерного шпона из темного ореха, из которых одна перевернута на 180°

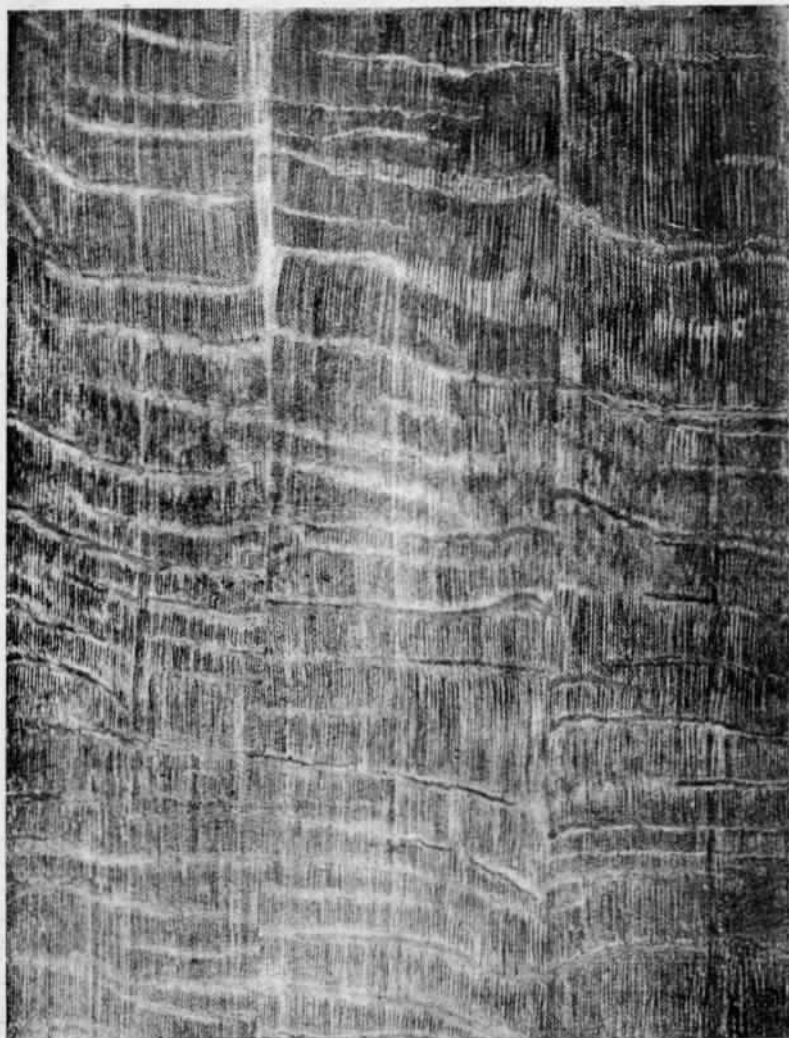


Рис. 5. Ножевая фанера из дубовых четвертин, составленная из трех полос, из которых средняя перевернута на 180°

вого шпигеля, либо с узором «рыбья кость» (см. рис. 5). Породы дерева с ярко выраженным полосатым узором дают так называемый рисунок «зебра» (рис. 6а и 6б). Чтобы составить лист с рисунком вдоль волокон, края полос должны быть подогнаны, т. е. тщательно сфугованы, причем кромки должны быть по возможности перпендикулярны по отношению к поверхности листа. Полосы с прямо обрезанной кромкой скрепляются путем наклейки бумаги, которая удаляется перед наклейкой фанеры на основание или серединку. Шов получается настолько плотным,

что замечен только в местах, где прерывается направление волокон. Но кроме фугования продольных кромок практикуется также и фугование в торец. Если два или четыре снятых один за другим фанерных листа дают одинаковый узор, то они фугуются и склеиваются с одного или же с двух своих концов и с обоих боков.

Этим способом достигаются исключительные эффекты (рис. 7 и 8). Фанера с богатой текстурой, снятая с комлевой части дерева в виде наплывов и т. д., в руках специалиста может дать рисунки поразительной красоты.

Совершенно ясно, что из пиленых досок нормальной толщины, даже если бы они снимались с древесины с красивой текстурой, составление таких красивых и хорошо подобранных рисунков — вещь абсолютно невозможная.



Рис. 6а. Декоративная фанера из полос, раскrojенных по диагонали

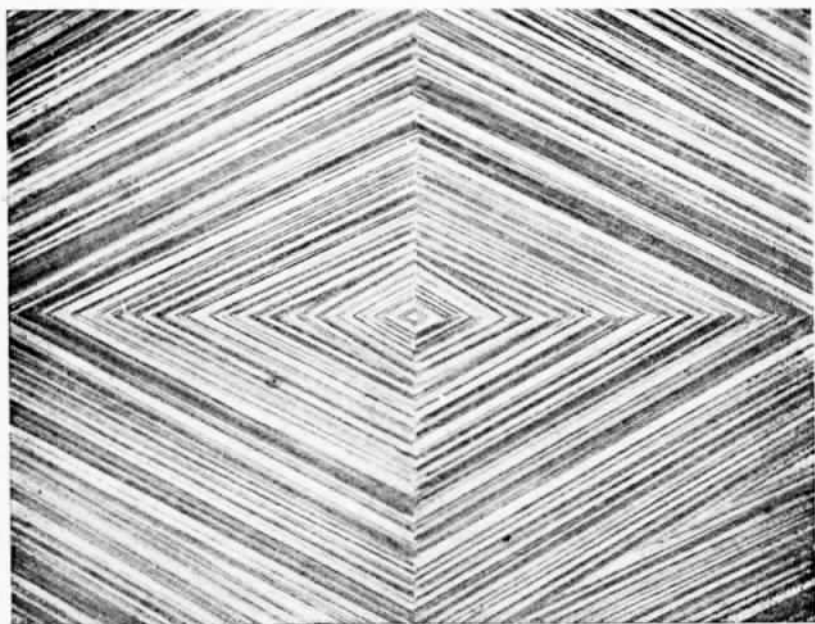


Рис. 6б. Декоративная фанера, составленная из четырех полос

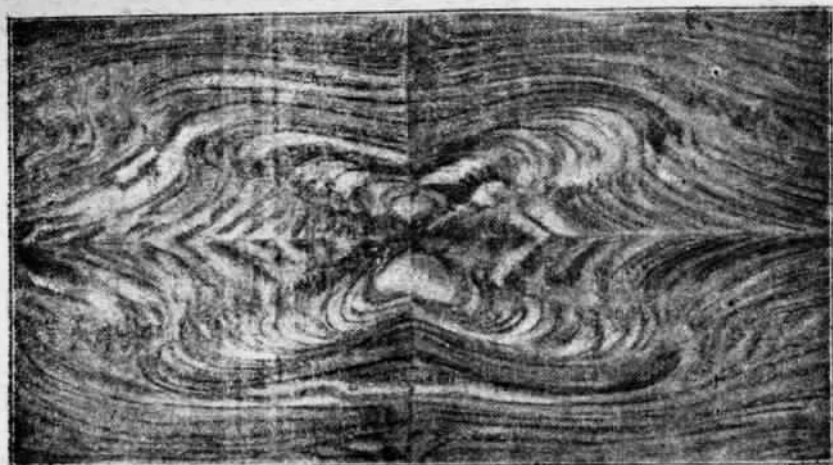


Рис. 7. Четыре куска узорчатого фанерного шпона из красного дерева, соединенные симметрично боковыми кромками и в торце

Пирамидальные и сегментные фигуры

Фанера с красивой текстурой широко применяется для составления сегментных фигур, бордюров, инкрустаций и интарсий. Разнообразнейшие возможности и комбинации в этой области слишком многочисленны, для того чтобы их можно было перечислить. Поэтому мы ограничимся лишь указанием на то, что все эти бесчисленные возможности сочетаний из древесины с одинаковой или контрастирующей текстурой находят широкое применение для интарсий и рисунков. Нет необходимости еще раз останавливаться на том, что не массивное дерево, а только применение фанеры дает возможность достижения различных комбинаций и эффектов при изготовлении самых разнообразных предметов.

Экономические преимущества клееной фанеры

Сравнительная стоимость листа клееной столярной плиты и плиты массивной. Обычно принято считать, что венированный столярный щит дешевле, а следовательно качеством ниже плиты из массивного дерева. В сравнительной калькуляции расходов отдельно приведены американские и немецкие данные, в общем соответствующие условиям остальных европейских стран. При этом учтены практикуемые в Америке и Европе способы резки, в частности дуба, и учтено также, что переклеенные столярные щиты, употребляемые для изготовления столов, в Америке большей частью изготавливаются иначе, чем в Европе. Вследствие этого распределение расходов на материал и оплату труда несколько отличается от американских условий, хотя итоги почти одинаковы.

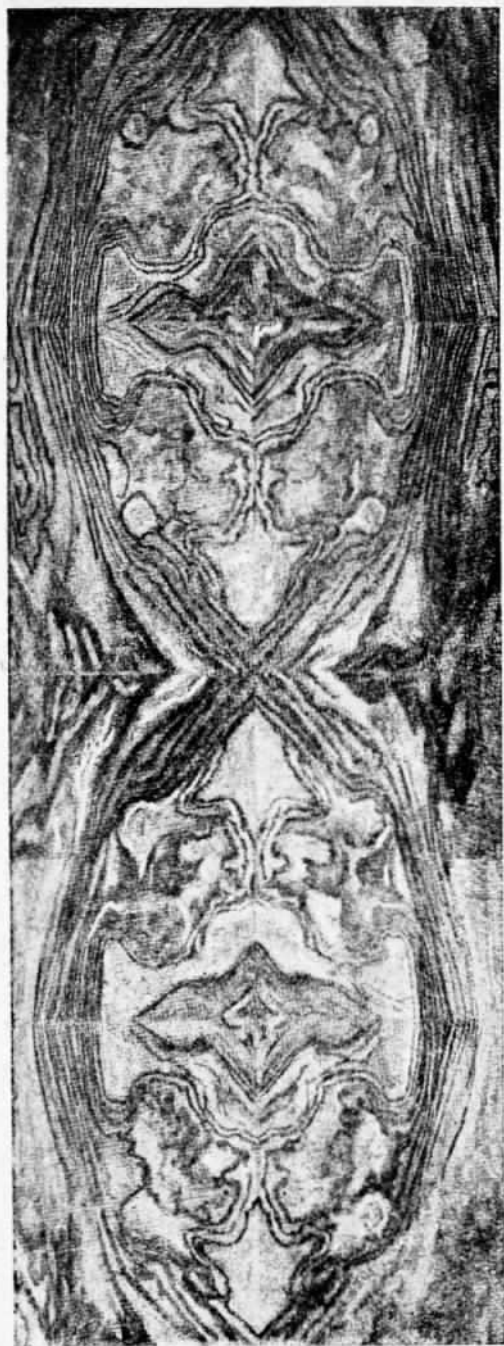


Рис. 8. Восемь кусков фанерного шпона из кавказского ореха, соединенные боковыми кромками и в торце

Американские данные представляются в следующем виде:

Прежде всего следует отметить, что весь высококачественный лесоматериал почти исключительно разрабатывается на фанеру и только малоценные сорта идут на пиленный лес. Если бы фанерный лес разрабатывался на пиломатериал, то последний стал бы нерентабельным. С другой стороны, потребитель ни даром не возьмет фанеру, выработанную из кряжа, по качеству своему пригодного только для разработки на пиломатериалы. Это относится в такой же степени к Америке, как и к Европе. Для примера приведем следующее вычисление.

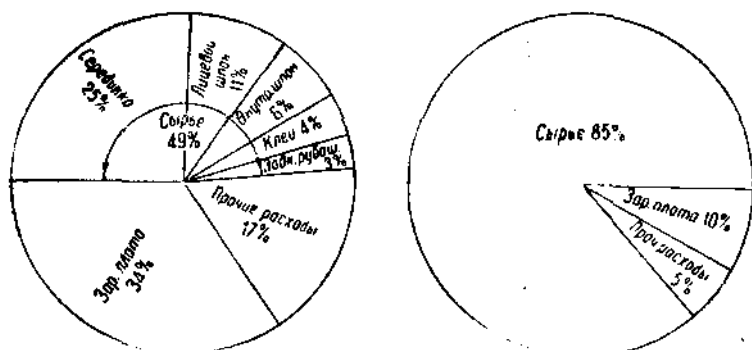


Рис. 9. Распределение затрат (США) на сырье, зарплату и пр. при изготовлении столярных плит путем переклейки (слева) и из пиленного леса (справа)

Покупная цена фанерного шпона толщиной в $\frac{1}{24}$ " составляет в среднем 2 цента за квадратный фут. Соответствующая цена квадратного фута дюймового пиломатериала из того же кряжа равна 48 центам. При этом нельзя упускать из виду, что для получения дюймовой доски с учетом усадки и потерь на пропил расходуется $1\frac{1}{8}$ " кряжа, что повышает стоимость доски до 54 центов. Таким образом 1000 фут. досок будет стоить 540 долл. — цена совершенно неприемлемая. На самом же деле дюймовый пиломатериал, изготовленный из предназначенных для этого товара кряжей, можно купить по цене 200 долл. за 1000 футов.

При сравнении покупательной способности доллара по отношению к столярному щиту стандартного качества и массивной доске, по возможности аналогичного качества, окажется, что практически за каждый доллар возможно купить одинаковое количество квадратных метров обоих объектов. Если однако вычислить, какая часть уплаченной суммы падает на стоимость сырья и рабочей силы, то получатся совершенно различные итоги. Диаграмма на рис. 9 наглядно показывает, что расходуемый на массивную плиту доллар падает главным образом на покрытие расходов по сырью, и сравнительно меньшая доля его — на оплату труда, в то время как из доллара, израсходованного на столярный щит из фанеры, значительно большая доля шла на расходы по оплате труда.

Ниже приводится аналогичное сравнение цен на европейских рынках на основании немецких данных. Дубовая фанера, применяется для верхних рубашек, разрабатывается из кругляка, цена которого в настоящее время¹ равна 200 маркам за 1 м³. Изготовленная из того же круглого леса дубовая доска в 10 мм толщиной при обычной на европейских заводах средней потере на пропилов в 45% должна была бы стоить 5 марок за 1 м³. В действительности же рыночная цена массивной дубовой доски толщиной в 10 мм составляет лишь 3 марки. Таким образом мы видим, что разница в цене в Европе не так велика, как в Америке, однако если бы распиливать дубовые фанерные кряжи на доски, то цена их все же была бы совершенно недоступной.

Сравнение стоимости венированного дубом щита и массивной дубовой плиты выражается в следующем:

На 1 м² венированного дубом столярного щита толщиной в 10 мм требуется:

1 м ² 8-мм клееной фанеры	М. 4
2 м ² 0,8-мм дубовой ножевой фанеры по 0,60 м	1 — 20
1/3 надбавки на пропилов и отпад	— 40
Итого	М. 5 — 60

К этому надо еще прибавить расходы на клей и на оплату труда при венировании столярных щитов.

Цена 1 м² массивного дуба толщиной в 10 мм равна 3 маркам, а с учетом около 30% потерь на отпад она составляет 3,90 марки за 1 м² готовой филенки. К этому следует добавить еще оплату труда и стоимость клея, приблизительно равные стоимости венировки столярных щитов.

Из суммы 4 марки за 1 м² 8-мм переклейки около 50% падает на расходы по сырью и клею, так как на 1 м² фанеры в 1 мм толщиной приходится приблизительно только 0,23 марки.

Остальные 50% состоят на две трети из оплаты труда и на одну треть из накладных расходов и прибыли.

Таким образом при существующих в Европе условиях стоимости единицы поверхности столярного щита оказывается даже выше стоимости той же единицы массивного дерева. Если учесть, что столярный щит дает преимущества в отношении правильного распределения внутренних напряжений, и что дуб использован исключительно для рубашек, более высокая стоимость столярного щита станет вполне понятной. Экономия на сырье в условиях Америки вполне уравнивается более высококачественной работой в Европе.

Количество расходуемого материала. Распиленный на доски отборный кряж с экономической точки зрения дает лишь ограниченное количество материала, в то время как количества фанерных листов, разработанных из подобного кряжа, хватает для покрытия поверхности многих сотен переклеенных щитов.

¹ 1928/29 г.

Можно ли в таком случае найти хоть какое-либо приемлемое оправдание использованию древесины с прекрасной текстурой на доски, тогда как из нее можно изготовить шпон толщиной 1,05-м.м ($1/24''$), на каждый лист которого потребовалось бы древесины в 27 раз меньше, чем на пиломатериал? Не правильнее ли снабдить столами с этими красивыми узорами 27 хозяйств вместо одного?

Для подкрепления указанной точки зрения ниже приводятся доказательства равноценности, если не превосходства, столярного щита над массивной плитой на практике.

Выравнивание внутренних напряжений

Всякая древесина, разработанная при различных условиях и в зависимости от содержания влаги, естественно усыхает или разбухает. Ярче всего это сказывается при различных атмосферных условиях, например на строительных деталях (окна — переплет, двери и т. д.).

В сравнении с деталями, сделанными из пиломатериала, детали из клееной фанеры под влиянием смены времен года мало изменяют свои размеры, чем выгодно отличаются в эксплуатации.

Таблица 1

Порода дерева ¹	Влажность свежесрубленного леса (в %)	Потеря на усушке поперек волокон (в %)	Потеря в ширине поперек волокон на 1 м ширины (в мм)
Ясень	40	5	50
Береза желтая	65	8	80
Дугласова пихта	42	6	60
Эвкалипт	71	9	90
Клен	62	8	80
Дуб темный	57	8	80
„ светлый	60	9	90
Сосна белая	36	5	50
„ желтая	50	8	80
Ель	35	6	60

¹ Эту таблицу для американских пород дополняют сведения о европейских породах в главе об испытании фанеры.

В табл. 1 приведены средние изменения размеров некоторых американских пород вследствие усадки сухой древесины.

Стремление достичь постоянства размеров и формы деталей является главным стимулом к рациональной сушке лесоматериала. Древесина представляет собой вещество крайне гигроскопичное и пористое, ее поверхность слишком легко впитывает и отделяет влагу, в зависимости от влагосодержания окружающей среды. Именно эта изменчивость влагосодержания и вызывает в древесине склонность к разбуханию или усадке. Для предохранения

древесины от атмосферных влияний применяются соответствующие покрытия лаками (нитро, бакелитовыми, спиртовыми и др.).

Годный для производства мебели искусственно высушенный пиленный лес всегда порист и легко поддается влиянию влажности, тепла или и того и другого. Если подвергнуть влиянию солнечных лучей две доски, лежащие непосредственно на земле в течение нескольких дней, то они покоробятся, т. е. нижняя сторона, впитав почвенную сырость, станет длиннее верхней, оставшейся сухой под влиянием солнечных лучей (рис. 10). Если обе доски перевернуть обратной стороной, то выпнутые вверх кромки покоробятся в противоположном направлении. Этот пример несколько преувеличенно показывает, что произойдет под влиянием сырости с массивной плитой, составленной из двух досок, верх которых покрыт лаком или защищен каким-либо другим составом, в то время как нижняя сторона осталась незащищенной. Хотя напряжения фактически и не проявляются в таком преувеличенном масштабе, в каком они изображены на рис. 10, но во всяком случае они протекают в этом направлении. Другими словами, в досках возникают внутренние остающиеся невыравненные напряжения, которые влекут за собой коробление и искривление материала. Если сила напряжения превышает силу сцепления волокон, она вызовет в результате трещины. Пригодная для дальнейшей переработки хорошо высушенная доска остается прямой только до тех пор, пока не нарушается равновесие внутренних напряжений. Таким образом задача заключается в постоянной

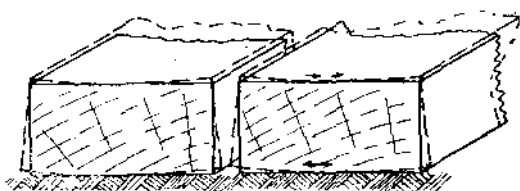


Рис. 10. Невыравненные напряжения в досках, верхняя сторона которых защищена от действия влаги, в то время как нижняя ее впитывает

поддержке равновесия внутренних напряжений. В массивном дереве это чрезвычайно трудно, почти невозможно. Поэтому почти во всей старинной массивной мебели встречаются сильно покоробившиеся части и раскрытые швы.

Стремление к выравниванию внутренних напряжений является основным стимулом производства клееной фанеры, konstruirованной из различных слоев шпона или пиленого дерева. Рис. 11 изображает схему столярного щита и его составных слоев. Цель ее — дать читателю наглядное представление о пятислойном переклеенном щите с серединкой из шпона или о трехслойном щите с серединкой из толстого шпона. Волокна рубашек пятислойного щита параллельны волокнам серединки из пиленого дерева, а волокна внутреннего шпона направлены перпендикулярно к ним. Такая конструкция, склеенная под прессом (удельное давление 10—12 кг/см²), дает монолитное соединение древесины.

Рассматривая направление волокон на пятислойном щите

(рис. 11), видим, что оба переклеивающих слоя предупреждают усадку и разбухание в направлении, поперечном к волокнам серединки и рубашек, так как при правильном распределении сопротивляемость серединки в направлении волокон вполне достаточна для восприятия этих усилий. Наоборот, напряжения, проходящие поперек волокон внутренних шпонов, выравниваются благодаря сопротивляемости продольных волокон серединки и рубашек.

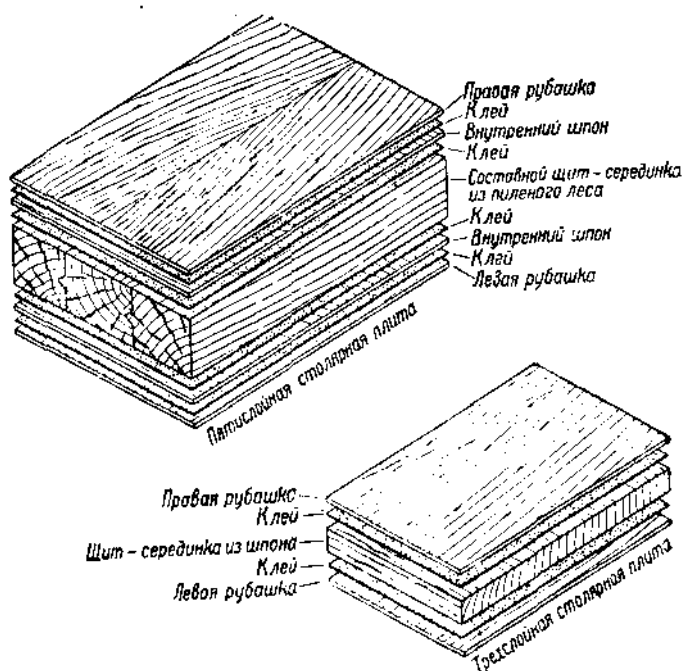


Рис. 11. Составление пятислойной переклейки с серединкой из пиломатериала и трехслойки с серединкой из лущеного шпона. Отдельные слои изображены с промежутками, чтобы показать, каким образом выравниваются во всех слоях внутренние напряжения

Рубашки пятислойной фанеры берутся обычно толщиной 0,8—1,6 мм и поддерживаются внутренним шпоном, служащим опорой для мягких и ломких рубашек и изготовленным из твердой малопористой древесины. Рубашка и внутренний шпон наклеиваются на серединку из надлежащей пиленой древесины, достаточно прочной, хорошо склеенной и мало поддающейся короблению, как например каштан, тополь и т. п. Сопротивляемость короблению зависит главным образом от серединки и внутренних шпонов. Для уничтожения напряжений и полного выравнивания обеих сторон левая рубашка, переклеивающий ее шпон и верхние два слоя лицевой стороны должны обладать одинаковой прочностью и толщиной и должны быть одинакового качества.

В Америке практикуется холодный способ склеивания, который производится одним рабочим циклом. В Европе часто склеивают сперва внутренний шпон с серединкой, а затем отдельным рабочим циклом на эти трехслойные щиты наклеивают рубашки.

Для трехслойной переклейки обычно применяется шпон почти без текстуры. Но пороки или неровности серединки могут проступить через тонкую рубашку, если не класть между ними особого переклеивающего слоя. Рубашки могут быть любой толщины: серединка обыкновенно делается из более толстого шпона, но обе рубашки должны быть обязательно одинаковой толщины.

Если процесс переклейки проведен правильно и щит после этого покрывают лаком и отделывают, то товар дает большую сопротивляемость атмосферным влияниям и обнаруживает равномерную прочность по всем направлениям волокон. Щит в этом случае трескаться не будет. Изготовленная из такого материала мебель обладает прочностью, обычно недостижимой в мебели из массивного дерева.

Венированные кромки

Во многих случаях можно значительно улучшить форму и отделку мебели путем венирования кромок. Для прикрытия кромок столов их обкладывают кругом фанерной полосой. Если столы имеют круглую или овальную форму, то отделка их цельной фанерной полосой затруднений не представляет.

Часто такого рода обкладка фанерой с горизонтальным направлением волокон не удовлетворяет художника и архитектора, в этих случаях применяется фанера с вертикальным направлением волокон. Работа по обклеиванию кромок такой фанерой довольно сложна, но большей частью все-таки окупается. Верхняя сторона письменных столов, буфетов и т. п. для получения более красивого рисунка почти всегда лицуются полосками шпона с вертикальным направлением волокон.

Свойства древесины

Наряду с недостатками древесина может похвастать многими преимуществами перед другими материалами: древесина добывается значительно проще и быстрее, чем металлы, заготовка ее осуществляется при помощи сравнительно простых средств и приспособлений, она обнаруживает большую сравнительно крепость и эластичность, а в случае длительного пребывания под водой срок службы ее почти неограничен. Стоит лишь вспомнить про сваи в портовых сооружениях, чтобы убедиться в справедливости сказанного. Не менее значительно сопротивление ее химическому воздействию. При изготовлении мебели и внутреннего оборудования древесины незаменима, так как теплопроводность его незначительна.

Преимуществам древесины перед металлами противостоят многочисленные недостатки, объясняемые естественными условиями

ее роста. Прежде всего свежесрубленная древесина содержит много влаги, что способствует гниению и скоплению в ней грибов. Благодаря большому количеству содержащейся в ней влаги вес ее увеличивается почти вдвое против сухого веса и, что не менее важно, в значительной степени уменьшается ее прочность. С изменением содержания воды в дереве изменяется также и объем. Если на металлургических заводах из руды добывается чугуны, т. е. однородный материал определенного качества, то нет ничего удивительного, что при обработке древесины также ставили задачу о соответствующей разделке и последующей склейке ее частей для получения однородного, лишенного всех недостатков натуральной древесины строительного материала. Задача эта была осуществлена путем лущения крутлых чураков на шпон и перекрестного склеивания листов шпона в клееную фанеру.

Сравнение пиломатериала и клееной фанеры в техническом отношении

Удельный вес, т. е. вес 1 м³ древесины, у некоторых характерных для изготовления клееной фанеры пород представлен в табл. 2.

Таблица 2

Порода	Удельный вес (в кг/м ³)		В среднем (в кг/м ³)		Разница (в кг/м ³)
	свежесруб- ленная	воздушно- сухая	свежесруб- ленная	воздушно- сухая	
Береза	800—1 090	510—770	950	640	310
Сосна	860—1 080	510—770	730	535	195
Тополь	610—1 070	390—590	840	490	350
Бук	850—1 120	660—830	985	745	240

Из таблицы видно, что для получения воздушно-сухой древесины из 1 м³ свежесрубленной необходимо удалить из нее около 300 кг воды. Производится эта процедура путем сушки в специальных сушилках и в отношении пиломатериала связана с большими трудностями. Сушка клееной фанеры, напротив, может быть закончена в течение некоторой доли часа. Сырость, проникшая в фанеру вторично, во время работы, удаляется посредством горячих плит пресса. Переклейка сразу же после доставки на место назначения может перерабатываться дальше. Она очень портативна и компактна, занимает мало места, чего отнюдь нельзя сказать про пиломатериал.

При удалении из 1 м³ древесины 300 кг воды она значительно уменьшается в объеме. Длина клеток после сушки остается почти без изменения, но поперечный объем клетки сильно сокращается. Изменения размеров усушки даны в табл. 3.

Таблица 3

Порода	Размеры усушки (в %)			Размеры усушки в сравнении с усушкой вдоль волокон	
	вдоль волокон	радиально	тангентально	радиально	тангентально
Береза	0,223	3,86	9,30	в 17 раз	в 42 раза
Сосна	0,120	3,04	5,72	„ 25 „	„ 47 „
Тополь	0,125	2,59	6,40	„ 21 „	„ 51 „
Бук	0,200	5,03	8,06	„ 25 „	„ 40 „

Таким образом в радиальном направлении древесина усыхает приблизительно от 20 до 25, а в тангентальном от 40 до 50 раз сильнее, нежели в направлении вдоль волокон.

Клееная фанера, напротив, не может усыхать или разбухать больше того, сколько позволит поперечный шпон. Но так как стремление к сжатию или расширению остается, то в отдельных слоях фанеры возникают напряжения, тем большие, чем больше разница во влаге между шпоном и готовым высушенным листом фанеры. Эти напряжения неодинаковы и влекут за собой коробление в более тонких листах фанеры. Именно поэтому в Германии совершенно отказались от сырой клейки и понемногу отходят от нее и в СССР. На новых заводах агрегатов для сухой клейки уже не видно. В настоящее время всюду переходят на сухую клейку, при которой таких напряжений не наблюдается, благодаря чему фанера сохраняется несравненно лучше.

Размеры усушки сосновой древесины при различных степенях влажности (средние величины между тангентальной и радиальной усушкой) приведены в табл. 4.

Таблица 4

Изменение степени влажности (в %)	Размеры усушки (в %)	Изменение степени влажности (в %)	Размеры усушки (в %)
от 77 до 0	6,25	от 15 до 0	4,3
„ 40 „ 0	7,5	„ 10,8 „ 0	3,45
„ 30 „ 0	5,1	„ 10 „ 0	2,9
„ 20 „ 0	5,5	„ 9,5 „ 0	2,8

Если сравнить ширину пиломатериалов и клееной фанеры, то преимущества последней совершенно очевидны. Пиломатериал ограничен по ширине диаметром кругляка, между тем как клееная фанера может изготавливаться независимо от диаметра чурака в любых ширинах и длинах.

Обыкновенный способ производства предусматривает пиломатериал с различным направлением волокон. Доски с линией выреза через центр бревна содержат наряду с заболонью сердцевину и ядро, причем годовичные кольца расположены перпендикулярно к площади разреза. В боковых досках они расположены в виде дуги, а в горбылях — параллельно разрезу. Древесина

в тангентальном направлении усыхает вдвое больше, чем в направлении радиальном, и в заболони сильнее, нежели в части ядра.

По этой причине середина досок, вырезанных через центр, после сушки толще краев. Боковые доски выгибаются и коробятся по направлению к внешней стороне ствола, прямо пропорционально размерам заболони, — следовательно больше всего доски краевые. Далее, годовичные кольца не всегда простигаются точно вдоль ствола, и в этом направлении наблюдается неодинаковая усушка. В таких случаях в древесине наблюдается перекося. Благодаря этому серединки столярных щитов не рекомендуется брать из широких досок, а лишь в виде узких реек возможно одинаковой структуры. При лущении волокна древесины также разрезаются вдоль и поперек, что происходит от неправильного роста дерева. Поэтому шпон при усыхании имеет тенденцию располагаться волнообразно. Но благодаря его незначительной толщине и малым напряжениям волнистость при склейке исчезает бесследно. Разница в напряжениях обеих рубашек, вызванная различием текстуры, различной степенью сухости и разной толщиной, а также различием породы, легко дает коробление всего листа, что предотвращается лишь достаточным сопротивлением среднего слоя.

Влияние степени влажности сосновой древесины на сопротивление ее растяжению видно из табл. 5.

Таблица 5

Содержание влаги (в %)	Изменение сопротивл. растяж. (сухая древесина = 100%) (в %)	Содержание влаги (в %)	Изменение сопротивл. растяж. (сухая древесина = 100%) (в %)
0 (сухая)	100	30	—
10	70	40	—
15 (возд.-сух.)	55	50	—
20	42	—	—
25	35	60	28,5

Таким образом древесина тем прочнее, чем полнее удалена из нее влага. Еще большее влияние на прочность имеет направление волокон по отношению к направлению нагрузки, что видно из табл. 6.

Таблица 6

Порода	Сопротивление растяжению (в %)		Сопротивление сжатию (в %)		Сопротивление изгибу вдоль волокон (в %)	Сопротивл. на срез (в %)	
	параллельно волокнам	поперек волокон	параллельно волокнам	поперек волокон		параллельно волокнам	поперек волокон
Сосна	100	5	30—40	5	5—60	6	32
Дуб	100	10—15	40—50	12—16	60	9	32
Бук	100	4—6	25—39	7—12	30	7	26

Сопротивление растяжению перпендикулярно волокну составляет лишь от 10 до 20 частей такого же сопротивления вдоль волокна. Абсолютные величины настолько ничтожны, что например при строительстве они вообще недопустимы. Тем более, что при неравномерной просушке ствола возникшие напряжения ведут к отделению волокон друг от друга. Сопротивление сжатию дает различные цифры, в зависимости от того, действует ли сжатие в направлении тангентальном, радиальном или наискось к годичным кольцам. (По Бауману эти величины относятся друг к другу, как 15:9:5,5, если сопротивление на сжатие параллельно волокну берется за 100.)

Лущеный шпон еще менее прочен, чем доска, но удобнее в отношении определения и устранения пороков. Различия в прочности выравниваются крестообразной склейкой. Таким путем легко изготовить почти однородный материал, где долевое сопротивление в среднем точно соответствует поперечному. Большая прочность и более равномерное строение клееной фанеры дают возможность переходить к более тонким размерам. Если до сих пор для перегородок пользовались материалом толщиной в 25 мм, то теперь достаточно брать фанеру толщиной в 6—8 мм. Иногда клееная фанера превосходит прочностью даже алюминий и железо, — в случаях, когда нагрузка на единицу поверхности настолько ничтожна, что сопротивление металла не может быть использовано.

Применение клееной фанеры в дирижаблестроении

Самым замечательным примером применения клееной фанеры служат каркасы дирижаблей системы Шютте-Ланц. Они достигали длины 200 м и диаметра около 23 м и были изготовлены почти целиком из клееной фанеры толщиной в 3 и 5 мм. Помимо веса машинной установки, гондол и рулевых плоскостей, а равно и собственного веса, они поднимали полезный груз в 45 тыс. кг и подвергались в воздухе и в ангарах значительным нагрузкам (рис. 12 и 13). Для такого сооружения требовалась фанера исключительного качества. Во время сборки непрерывно производились испытания на прочность самой древесины и склейки, на водоупорность и т. д., а результаты испытания сравнивались с теоретическими расчетами. При этом выяснилось, что клееная фанера может изготавливаться не только в виде листов, но и балок и опор самых разнообразных профилей, если во время склейки пользоваться соответствующими формами. Многообразие примененных профилей показано на рис. 14 и 15.

На рис. 16 в наглядной форме представлено превосходство клееной фанеры перед простыми деревянными профилями разного веса в отношении сопротивления излому, что особенно важно в подобных конструкциях. Из таких элементов были собраны различные балки. При их конструкции руководствовались соответствующей нагрузкой, принимая во внимание, работают ли балки на растяжение, изгиб или несли какую-либо другую на-

грузку. Размеры веса и показатели прочности приведены в табл. 7 (опора на шариках) и в табл. 8 (опора без шариков).

Таблица 7

Балки	Высота и шири- на (в см)	Длина (в м)	№ про- филя	Попереч- ное сече- ние (в см ²)	Вес (в кг/м)	Нагрузка критич. (в кг)	Проч- ность (в кг/см ²)
1. Двойн. Т .	24×6,5	2,59	A	12,98	1,011	2 400	2 380
2. " . .	24×6,5	2,28	A	13,16	1,026	2 323	2 268
3. " V .	25×10	5,21	D	17,45	1,542	3 920	2 540
4. " . . .	25×10	5,08	D	11,9	1,113	3 390	3 045
5. " . . .	25×10	2,62	D	11,9	1,118	4 500	4 025
6. Трехгран. .	19×14	2,59	H	16,56	1,341	3 458	2 578
7. " . . .	19×14	2,59	H	19,54	1,8	5 418	3 010
8. Четырех- гран. . . .	22×22	4,12	I	25,28	1,96	7 160	3 650
9. " . . .	22×22	4,12	I	34,44	2,55	7 000	3 925

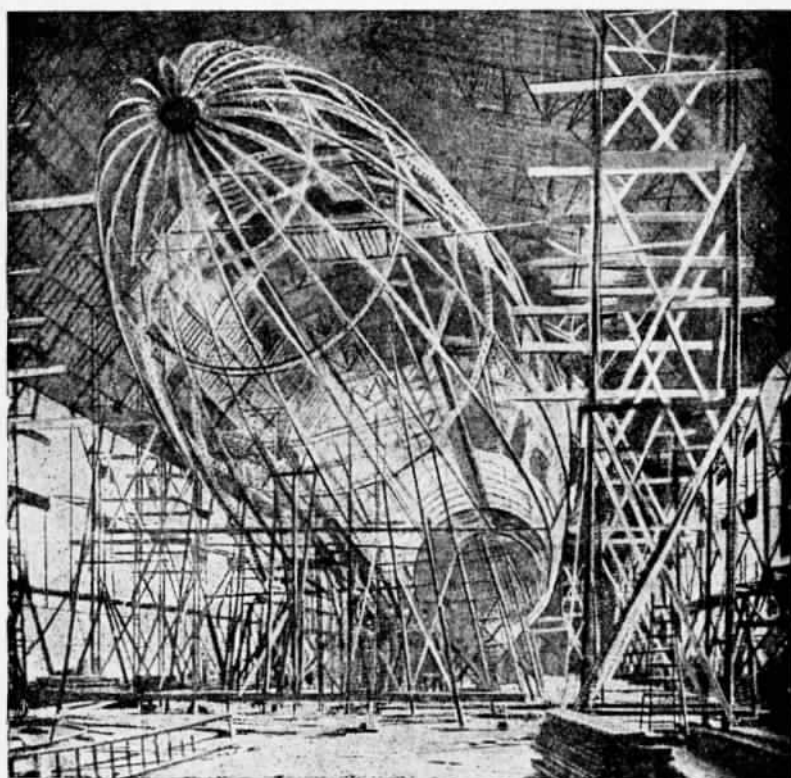


Рис. 12. Конструкция из клееной фанеры. Общий вид каркаса дирижабля Шютте-Ланд

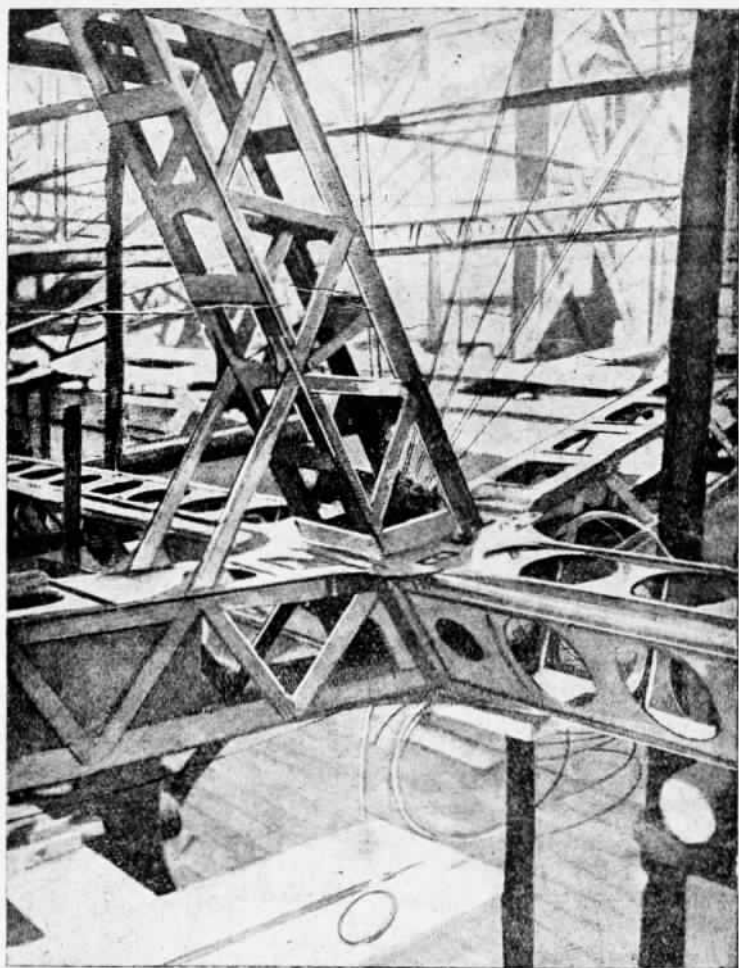


Рис. 13. Узловое скрепление балок из клееной фанеры дирижабля Шютте-Ланц

Таблица 8

Балки	Высота и ширина (в см.)	Длина пролета (в м)	Поперечн. сечение (в см ²)	№ профиля	Вес (в кг/м)	Критич. нагрузка (в кг)	Степень прочности (в кг/см ²)
10. Двойн Т .	24×6,5	2,5	15	A	1,52	510	338
11. „ . . .	24×10	2,49	15	D	1,526	1 100	722
12. „ . . .	24×10	3,56	16,8	D	1,525	720	472
13. Трехгран .	—	2,5	10,19	H	1,104	420	381
14. „ . . .	—	2,34	13,88	H	1,351	510	379
15. Четырехгран. . . .	22×22	2,502	23,5	I	2,03	746,2	367,5

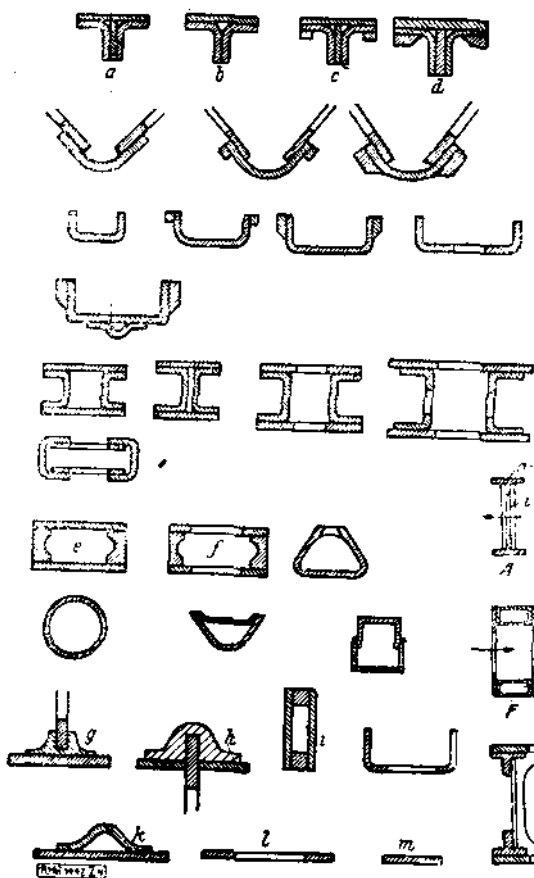


Рис. 14. Элементы опорных балок из клееной фанеры

На основании этих данных фанерную балку длиной в 4,12 м и весом лишь в 2,55 кг/м можно было нагрузить на 10 тыс. кг, прежде чем она сломалась. Простой же деревянный брусок равной длины ломается уже при нагрузке в 1100 кг.

Подобные результаты достижимы разумеется лишь при совершенно безукоризненной склейке. Поэтому склейку постоянно проверяли на прочность и водо-

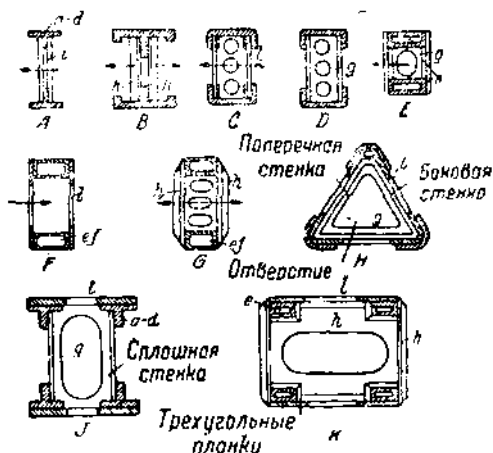


Рис. 15. Профили фанерных балок

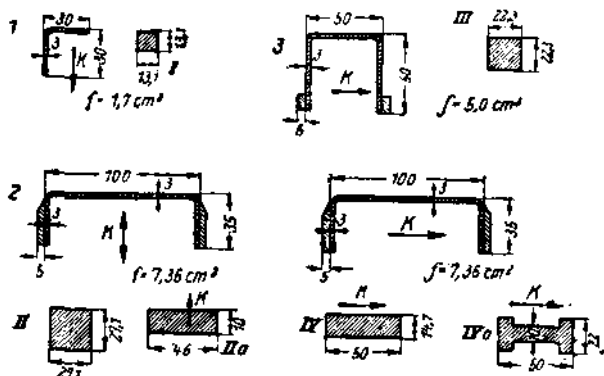


Рис. 16. Разрез деталей клееной фанеры и различных по площади сечения массивных брусков

упорность следующим методом: из отдельных фанерных деталей брали полосы шириной в 2 см и пропитывали их водой в течение 4 час. На одной стороне фанеры разрезали рубашку и в 2 см от первого разреза прорезали другую рубашку, после чего образец клали в разрывную машину для определения сопротивления растяжению. В результате этих опытов был составлен особый клей с повышенной водоупорностью, фигурирующий на германском рынке под маркой «Лувард». При помощи этого клея элементы балок соединяли простым склеиванием, без ослабления конструкции клепками. В местах увеличенной нагрузки балки усиливали наклеиванием нового слоя фанеры. Надежность подобных соединений доказана бесчисленными полетами 20 дирижаблей.

Для предохранения от проникания влаги балки подвергали действию паров формальдегида, что давало гарантию окончательного затвердевания клея. Затем балки пропитывали парафином по методу Рюпинга, преимущество которого состоит в том, что клетки древесины не заполняются пропитывающей массой, а водоотталкивающие свойства приобретает лишь наружный слой древесины. Расход этого состава и прибавление в весе древесины ничтожны. После такой обработки балки покрывались водоупорным судовым лаком.

После изложенного ясно, что клееная фанера является испытанным и обнаруживающим большое сопротивление разного рода нагрузкам материалом. Ее выдающиеся качества привели после империалистической войны к широкому распространению ее в деревообрабатывающей промышленности. Перелом этот уже окончательно завершен в производстве мебели и внутреннего оборудования. Клееная фанера с успехом конкурирует с металлом и стала применяться там, где простой пиломатериал не выдерживает нагрузки.

После того как клееная фанера совершила свой путь в промышленность и успела доказать свои преимущества, появились столярные доски. Столярные доски оказались достаточно жесткими для изготовления дверей, стен и пр. Подобным же образом клееная фанера получила доступ во все прочие области деревообрабатывающей промышленности, а также и в другие отрасли индустрии, заинтересованные в получении деревянных досок в готовом виде.

Таким образом вопрос о клееной фанере и пиломатериале решен в деревообрабатывающей промышленности в том смысле, что везде, где требуются ровные плоскости, превосходящие размерами доски из простой массивной древесины, предпочитают готовые фанерные листы.

ФАНЕРНЫЙ ШПОН ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА ПРЕДМЕТОВ ИЗОГНУТОЙ ФОРМЫ

Тонкие листы шпона настолько гибки, что они легко прилегают к изогнутым неправильным формам. Часто шпон в такой обработке применяется для перекрытия швов или других конструктивных деталей, нарушающих общее впечатление. Можно например одновременно под давлением склеивать в форме или матрице 3, 5 или большее количество листов шпона и таким образом получить переклейку любой формы.

Применение изогнутого шпона в мебельном производстве

В письменных столах, витринах, буфетах, дверцах шкафов, изогнутые части обклеиваются изогнутым шпоном. Боковые стенки фонографов часто имеют выпуклую форму и поэтому также венируются. Передние стенки выдвижных ящиков письменных столов также часто снабжаются венированной выпуклой поверхностью.

Крышки пишущих машин и овальные столы в равной степени покрываются шпоном. Нуждаются в обклеивании шпоном также некоторые типы кроватей с изогнутыми спинками. Венируются и ножки столов круглой формы, особенно известного типа раздвижных столов с одной ножкой. Такие ножки невозможно делать из одного массивного куска, так как они были бы слишком тяжелыми, поэтому их конструируют из нескольких деревянных полос в виде полых колонки.

Клееные швы имеют некрасивый вид и поэтому их венируют. Изогнутые ножки и ручки кушеток и кресел обычно изготавливаются из однодюймовых досок. Они выпиливаются ленточной пилой. Такие мебельные детали невозможно применять без облицовки.

Приведенными примерами далеко не исчерпывается область применения облицовочной фанеры в мебельном производстве. Можно без преувеличения утверждать, что без применения изогнутой облицовочной фанеры вообще невозможно было бы достигнуть художественного эффекта.

Фасонные сидения

Кресла, диваны и театральные кресла обычно изготавливаются из трех- или пятислойной клееной фанеры. Конструирование формовочного пресса для таких изогнутых предметов (рис. 17) требует исключительного опыта, так как желательно одним рабочим циклом получать возможно большее количество сидений. С другой стороны, необходимо, чтобы все изогнутые части во время прессования и склеивания подвергались по возможности одинаковому давлению. Только при этом условии можно получить



Рис. 17. Театральное сиденье из пятислойной переклейки. Волокна верхнего и нижнего слоев, также и серединки, параллельны, в то время как находящиеся между ними шпоны уложены в поперечном направлении

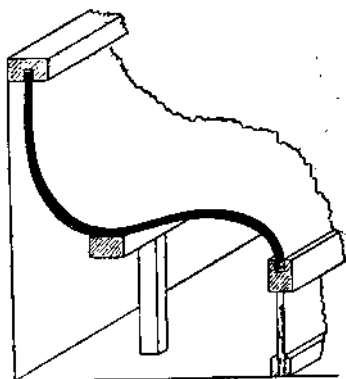


Рис. 18. Скамьи из пятислойной переклейки

равномерно склеенный фабрикат. Более подробно этот вопрос рассматривается в одной из следующих глав. Клееная фанера часто применяется также для изготовления школьных парт, кресел для письменных столов, откидных стульев и т. п. Кресла конечно не всегда делаются из фанеры, но применение изогнутой пятислойной переклейки дает возможность придать им удобную, применительно к человеческому телу, форму, подобную изображенной на рис. 18. Сиденья и спинки таких кресел часто делаются из перфорированной фанеры.

Выгнутые перфорированные сиденья кресел из клееной фанеры, заменяющие плетеные сиденья, одно время пользовались большим спросом. В Америке они большей частью заменены мягкими или кожаными сиденьями и сиденьями из фибры, в то время как в Европе они все еще представляют весьма ходкий предмет торговли и экспорта. При изготовлении набивных сидений и спинок, обтянутых другим материалом, в качестве несущего, элемента также широко применяется клееная фанера.

Фасонные крышки, шкатулки и другие предметы

Подобно фасонным сиденьям из клееной фанеры изготавливаются и другие предметы: крышки и шкатулки, употребляемые в домашнем хозяйстве, в конторе и в пути. Из таких предметов общеизвестны еще крышки для швейных машин, часто служащие

также в качестве сидений, хотя новая конструкция швейных машин с опускающимся корпусом несколько ограничила эту область применения.

Фасонная клееная фанера широко применяется также для изготовления крышек пишущих машин, особенно в тех случаях, когда крышка по внешнему виду должна гармонировать с поверхностью стола. Из клееной фанеры обычно изготавливаются лишь изогнутые части крышки, между тем как боковые стенки выделяются из массивного дерева, но последние как правило вепируются. Отличающиеся иногда крайне неправильными и вычурными формами футляры музыкальных инструментов чаще всего изготавливаются из гнутой ножевой и лущеной фанеры. Снаружи они обычно обтягиваются кожей или сукном, а внутри обиваются плюшем или шерстяной материей.

Примером исключительной прочности и легкости клееной фанеры служат изготовленные из нее санные кузова. Крыши вагонов и экипажей также изготавливаются из изогнутой клееной фанеры, а равно и внутренняя отделка и перегородки вагонов и т. п. Посредством применения клееной фанеры можно придавать любую форму кузовам автобусов и автомобилей.

Гнутая клесная фанера особенно широко применяется в промышленности, работающей на транспорт. Применение ее в этой области еще значительно повысится, когда получит надлежащую оценку водоупорная склейка. На европейских рынках тара из клееной фанеры для перевозки плотных товаров, твердых жиров и даже жидкостей находит возрастающий спрос. Выпущены даже специальные станки для производства этой тары, некоторые виды которой оказались чрезвычайно целесообразными.

Применение переклейки при производстве роялей

Крупный корпус рояля являет собой весьма интересный пример применения клесной фанеры. Как видно из рис. 19, предмет этот

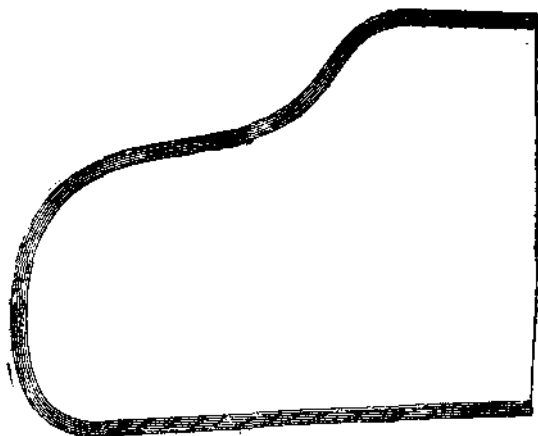


Рис. 19. Вертикальная рама рояля из переклейки

из массивного дерева построить вообще невозможно. Внешние связки (царги) состоят из 6- или 7-слойной фанеры, каждый слой которой изготовляется толщиной в 3,2 и 4,8 мм с одинаковым направлением волокон. Обе рубашки обычно выполняются из красного дерева, ореха или розового дерева. Внутренние бандажи или остои, несущие корпус и резонансное дно, обычно состоят из десяти или более слоев, точно пригнанных к внешним стенкам.

Применение переклейки для других струнных инструментов

Такие струнные инструменты, как скрипки, мандолины, гитары и пр., выделяются из шпона и клееной фанеры. Часто встречаются инструменты прекрасной формы в соединении с великолепно подобранной текстурой и художественной инкрустацией. Даже барабаны и литавры можно изготавливать из фанеры. С экономической точки зрения требуемое на постройку мелких инструментов количество фанеры невелико, но она имеет большое значение для рентабельного производства этих предметов.

ИСПЫТАНИЕ КЛЕЕНОЙ ФАНЕРЫ И ЕЕ ТЕХНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА

Изготовленная из тонких листов шпона клееная фанера склеивается таким образом, чтобы волокна смежных слоев перекрещивались. В результате получается продукт, прочность которого намного превосходит прочность массивного дерева той же толщины. Рассмотрим некоторые из причин этого явления, что безусловно представляют особый интерес с точки зрения применения клееной фанеры в самых разнообразных областях техники.

Растяжение и сжатие

Испытание древесины на сопротивление растяжению и сжатию дает на единицу площади сечения более высокую сопротивляемость вдоль волокон, чем поперек волокон (под углом 90°).

Сопротивление на срез

Испытание древесины на срез дает большую сопротивляемость по направлению, перпендикулярному, к волокнам, чем в параллельном направлении. Другими словами, сопротивляемость древесины срезу вдоль волокон меньше, чем в каком-либо другом направлении.

Нагрузка на изгиб

Нагрузка на изгиб всегда вызывает нагрузки на растяжение и сжатие. Древесина обнаруживает большее сопротивление изгибу в направлении волокон, чем боковому или перпендикулярному.

Известно, что при нагрузке на изгиб предмета равномерной толщины наибольшая (на единицу сечения) нагрузка на растяжение и сжатие приходится на верхнюю и противоположную ей нижнюю поверхность. Когда предмет сплюсывается, растяжение происходит на его выпуклой стороне, а сжатие — на вогнутой.

Где-то между этими двумя плоскостями имеется место, свободное от растяжения и сжатия,— так называемый нейтральный слой. Так как в этом нейтральном слое нагрузки на растяжение и сжатие равняются нулю и на верхней и нижней поверхностях нагрузки эти максимальны, то легко понять, что сравнительно незначительный и расположенный непосредственно на поверхности слой воспринимает преобладающую долю усилий растяжения и сжатия. Этим и объясняется, почему два слоя фанерного шпона с одинаковым направлением волокон, наклеенные в качестве рубашек на свободную от напряжений серединку, будучи каждый толщиной лишь в $\frac{1}{6}$ толщины всего щита, обладают почти такой же сопротивляемостью растяжению и сжатию, как массивная доска равных размеров.

Конструкция из нескольких слоев с перекрестным направлением волокон дает равномерное распределение нагрузки

Если склеить щит из отдельных слоев таким образом, чтобы к внешним слоям с параллельным направлением волокон непосредственно прилегали два слоя равной им толщины с поперечным направлением волокон, то щит будет обладать равной примерно сопротивляемостью изгибу в обоих направлениях. Эта сопротивляемость несколько ниже в поперечном направлении, так как внутренние слои расположены ближе один к другому и по сопротивляемости соответствуют доске немного меньшей толщины. Но если напряжения, вызванные в этой конструкции, выравним соответственно расстоянию слоев от нейтральной линии, то получим плиту, обладающую одинаковой сопротивляемостью изгибу как вдоль, так и поперек волокон рубашек. Из этого вытекает, что при равномерной в обоих направлениях сопротивляемости нагрузки распределяются равномерно, благодаря чему можно обойтись материалом гораздо меньшей толщины, чем требуется при применении массивного дерева.

Если не обеспечена прочность на продольный срез, то не будет и прочности на изгиб, даже и при наличии сопротивления растяжению и сжатию.

Если несколько тонких слоев шпона класть один на другой без всякого соединения, то все слои вместе будут обладать только весьма незначительной сопротивляемостью изгибу и выдержат только небольшую нагрузку, так как отдельные слои прогибаются независимо один от другого. При отсутствии соединения между отдельными элементами верхние слои будут скользить по поверхности лежащих под ними слоев и не будут в состоянии давать требуемую полную сопротивляемость. Поэтому ясно, что расположенные крест-на-крест слои должны быть плотно соединены, что в клееной фанере и осуществляется посредством склеивания.

Массивная древесина может оказаться неспособной сопротивляться как продольному, срезу, так и растяжению и сжатию и только расположение в клееной фанере слоев шпона с поперечным направлением волокон повысит сопротивляемость изгибу вдоль и поперек волокон.

Комбинированная прочность

Если составить клееную фанеру таким образом, чтобы волокна смежных слоев были расположены под прямым углом, то один слой проявит максимальное сопротивление в одном и том же направлении растяжению или сжатию, а соседний продольному срезу. Прочность материала и характер его конструкции сами по себе еще не повышают сопротивления его вертикальному срезу.

При вертикальном срезе нагрузка или усилие действуют на предмет в противоположном к опоре направлении, стремясь перерезать его.

В клееной фанере сопротивляемость распространяется по всем направлениям, и поэтому в ней соответственно уменьшится и опасность вертикального среза в каждом сечении.

Действие клея

Применение клея несомненно повышает сопротивляемость срезу. Но так как древесина меньше боится вертикального среза, чем других нагрузок, то это обстоятельство будет интересовать нас сравнительно мало.

Нанесенный на дерево клей действует не только как связующее средство между поверхностями, но, поскольку, он проникает в поры, он соединяет между собой и самые волокна. Как мы убедились выше, именно склейка порождает сопротивление продольному сдвигу, из чего отнюдь не следует, что сопротивление это не зависит также и от качества древесных слоев. Можно с уверенностью сказать, что склейка повышает общую сопротивляемость всякого рода нагрузкам. Это верно уже по одному тому, что прочность клея превышает силу природного сцепления отдельных древесных волокон. Но так как клей проникает на небольшую сравнительно глубину, то действие его на глуболежащие слои древесины вряд ли превышает действие непосредственного сцепления слоев. Если однако под давлением склеивать большое число нагретых тонких листов фанерного шпона, то зона проникновения клея простирается на довольно значительную долю общей толщины и способствует также повышению общей прочности.

Склеивание слоев или листов шпона с крест-на-крест лежащими волокнами предупреждает неравномерное расширение и сжатие древесины, а вместе с тем противодействует внутренним напряжениям, составляющим слабую сторону массивной древесины.

Резюмируя изложенное, можно сказать, что клееная фанера, составленная из сравнительно тонких слоев шпона с перекрещивающимися волокнами, обязана своими ценными свойствами именно этой перекрестной конструкции. Конструкция эта дает возможность наиболее рационально использовать свойственную дереву прочность и сделать его в значительной степени нечувствительным ко всякого рода нагрузкам.

Произведенные по поручению правительства США испытания показали, что клееная фанера при одинаковом весе прочнее массивной стали.

Области применения клееной фанеры для технических целей в настоящее время довольно многочисленны. Наблюдавшийся во время империалистической войны недостаток в строительных и поделочных материалах толкнул американских специалистов на исследования, в результате которых была открыта широкая область применения клееной фанеры не только в мебельном производстве и для внутренней отделки помещений, но и прежде всего в жилищном строительстве, в судостроении и вообще в технике.

Испытание клееной фанеры из окумэ (габуна) и березы

Как и во многих других отраслях деревообрабатывающей промышленности, пионером по научному исследованию клееной фанеры является Мэдисонская лесотехническая лаборатория в США. Лишь несколько позже тем же вопросом занялись некоторые германские научно-исследовательские институты. К сожалению работы американцев главным образом были посвящены клеям и склейке.

Окумэ (габун)

Испытание механических свойств клееной фанеры из африканской породы окумэ, произведенное с исчерпывающей полнотой несколькими крупными германскими учеными, дали весьма интересные результаты. Для советского исследователя интерес этот заключается главным образом в изучении методологии, применяемой по данному вопросу в Германии, и кроме того, пользуясь поправочными коэффициентами, наши специалисты по всей вероятности сумеют использовать готовый уже материал при исследованиях клееной фанеры из нашего сырья.

Испытания велись параллельно, над пиломатериалом и клееной фанерой тех же измерений, с тем чтобы выяснить, насколько клеенная в виде фанеры древесина улучшает свои механические и физические качества при испытании на растяжение, сжатие, изгиб, сдвиг, раскалывание и удар. Кроме того были получены сравнительные данные по упругости, а также влияние повторной нагрузки. Объектом испытания служили:

- а) лущеный шпон толщиной в 4 мм,
 б) клееная фанера-трехслойка толщиной в 6 мм (средний слой 3,2 мм, обе рубашки по 1,5 мм),
 в) клееная фанера-пяτισлойка толщиной в 16 мм (средний слой 3,2 мм, обе рубашки по 2,3 мм, между рубашками и серединой два внутренних слоя по 4,5 мм),
 г) пиломатериал толщиной в 15 мм.

Вся фанера получена путем лущения, причем чураки подвергали пропарке и варке в течение 8 час. Пиломатериал термически не обрабатывался. Для получения средних величин каждый опыт повторялся шесть раз.

Объемный вес воздушно-сухой древесины. Объемный вес получался делением веса древесины на кубатуру. Длина образцов 80 мм, ширина 40 мм (табл. 9).

Таблица 9

	Шпон 4 мм	Клееная фанера 6 мм	Клееная фанера 16 мм	Пиломатериал 15 мм
Объемный вес в кг/дм ³	0,426	0,441	0,516	0,507

Испытание на износ производилось при помощи струи песка над воздушно-сухой древесиной, причем площадь диаметром в 6,1 см в течение 4 мин. обдувалась мелким песком под давлением в 2 ат. Образцы во все время испытания имели вращательное движение, чем достигалось равномерное распределение нагрузки. Такой же опыт был произведен над буком.

Таблица 10

Окумэ	Пиломатериал 1×15 мм	Пиломат. пропарен. 1×16 мм	Клееная фанера 3×2 мм	Клееная фанера 2×1,5 и 1×3,0 мм
Объемный вес в кг/дм ³	0,501	0,334	0,481	0,466
Потеря в объеме в см ³	8,80	10,90	11,40	12,60
Средняя глубина износа в мм	3,0	3,7	3,9	4,3

Таблица

Бук	Единица измерения	Пиломатериал 7 мм	Пиломатериал 7 мм	Клеевая фанера 3×2 мм
Объемный вес	кг/дм ³	0,732	0,667	0,686
Средн. глубина износа . .	мм	1,2	1,5	1,1

Износ бука оказался значительно ниже износа окумэ, но зато и обработка его труднее.

Таблица 12

Разные породы	Единица измерения	Рубашка бук 2×1,5 мм, середина окумэ 1×3,2 мм	Пиломатериал сосна 20 мм	Пиломатериал пихта 20 мм
Объемный вес	кг/дм ³	0,672	0,532	0,383
Средн. глубина износа .	мм	1,3	3,7	7 2
Максим. глубина износа	„	4	7	12

Из опыта видно, что клееная фанера из окумэ работает на износ не хуже, чем смолистая сосна, и значительно лучше пихты. Как правило у разных пород износ возрастает с понижением объемного веса, но могут быть и исключения.

Содержание влаги в окумэ влияет на устойчивость формы и прочность и поэтому заслуживает особого внимания.

а) Содержание влаги в воздушно-сухой древесине.

Образцы были взяты длиной в 80 мм при ширине в 40 мм. Их взвешивали в воздушно-сухом виде, затем сушили 3 раза по 24 часа при температуре около 100°, после чего взвешивали вторично. Разница в весе, исчисленная в процентах веса высушенного образца, дала содержание влаги воздушно-сухой древесины, приведенное в табл. 13.

Таблица 13

	Шпон 4 мм	Клеевая фанера трехслойная 6 мм	Клеевая фанера пятислойная 16 мм	Пиломатериал непропар. 15 мм
Содержание влаги	10,1	11,8	10,9	11,6

Содержание влаги у пиломатериала и клееной фанеры практически можно считать одинаковым. Одновременно видно, что шпон, имея самый низкий объемный вес, содержит также наименьшее количество влаги. Пропарка способствует вероятно отдаче влаги.

б) Изменение содержания влаги в дереве под влиянием влаги окружающего воздуха.

Образцы были сложены в помещении, насыщенном влагой в одном случае при комнатной температуре (17—18°), а в другом при 100°. В табл. 14 приведено содержание влаги (в %) в виде функции времени (порода — окумэ).

Таблица 14

Дни	Шпон в 4 мм	Клееная фанера 6 мм	Клееная фанера 16 мм	Пиломатериал 15 мм
0	10,8	11,30	11,30	10,8
1	16,85	13,30	13,40	12,2
3	20,40	16,95	15,70	14,6
4	22,10	18,10	16,60	15,3
5	24,10	14,60	17,40	16,3
7	25,50	20,75	18,90	17,8
8	25,50	21,00	19,55	18,3

Содержание влаги (в %) в образце, помещенном в насыщенный влагой воздухе при 100°, приведено в табл. 15.

Таблица 15

Часы	Шпон 4 мм	Клееная фанера 6 мм	Клееная фанера 16 мм	Пиломатериал 15 мм
0	10,8	11,3	11,3	10,8
6	31,0	50,5	20,2	21,4
9,5	33,5	51,5	24,8	22,5
13,5	44,3	56,0	33,0	27,0
19	51,0	56,8	36,5	28,6

Сравнивая обе таблицы, видим, что в насыщенном влагой воздухе при 100° все образцы через 6 час. впитали больше влаги, чем при 18° через 8 дней. Кроме того влагоемкость пропаренной и клееной древесины больше, чем материала пиленого и непропаренного. Это положение верно и для обратного случая отдачи воды, из чего делается следующее заключение: пропарка и лущение древесины тонким слоем способствуют более быстрой и полной сушке.

Изменение формы под влиянием влаги (разбухание и усушка). Древесина разбухает и усыхает вдоль и поперек волокон неодинаково. Известно, что в клееной фанере недостаток этот до некоторой степени ослабляется. Были предприняты опыты по выяснению, насколько внешняя форма древесины путем склейки может быть сделана устойчивой. Приняты были следующие обозначения:

- изменение длины вдоль волокон Δl_L ,
- изменение длины поперек волокон Δl_Q .
- изменение толщины Δd .

Опыты производили над дощечками площадью в 18×18 см. Длину каждого образца измеряли два раза, а толщину на каждом образце в 4 местах. Перед испытанием образцы тщательно взвешивали.

Фиксировали также содержание влаги каждого образца, после чего их держали в воде в 15° до полного насыщения. Затем образцы обмеряли в течение $1\frac{1}{2}$ декад. Обмер был повторен через 3 декады. Через 3 месяца образцы подвергали искусственной сушке и обмеряли снова. Подробные данные обмера даются в табл. 16—20.

Таблица 16

Обмер образцов в воздушно-сухом виде

Направление обмера	Шпон 4 мм	Клееная фанера 6 мм	Клееная фанера 16 мм	Пиломатериал 15 мм
Длина вдоль волокон l_L мм	180,0	179,9	180,0	180,0
Длина поперек волокон l_Q мм	181,2	173,9	179,6	177,5
Толщина d мм	3,7	5,8	15,8	14,9

Усушка вдоль волокон, выраженная в процентах от длины

Содержание влаги в %		5	10	11	15
Шпон 4 мм	средн. Δl_L , мм	0,333	0,277	0,265	0,138
	усушка "	— 0,068	— 0,012	0	0,127
	Δl_L в %	— 0,038	— 0,007	0	0,070
Клееная фанера 6 мм	средн. Δl_L , мм	0,580	0,87	0,351	0,220
	усушка "	— 0,220	— 0,036	0	0,131
	Δl_L в %	— 0,128	— 0,020	0	0,073
Клееная фанера 16 мм	средн. Δl_L , мм	0,567	0,347	0,310	0,225
	усушка "	— 0,220	— 0,037	0	0,085
	Δl_L в %	— 0,122	— 0,020	0	0,047
Пиломатериал 15 мм	средн. Δl_L , мм	0,423	0,312	0,298	0,209
	усушка "	— 0,125	— 0,014	0	0,189
	Δl_L в %	— 0,070	— 0,008	0	0,050

Усушка поперек волокон в процентах от длины

Содержание влаги в %		5	10	11	15
Шпон 4 мм	средн. Δl_Q , мм	10,58	8,30	8,17	6,42
	усушка "	— 2,41	— 0,43	0	1,75
	Δl_Q в %	— 1,33	— 0,24	0	0,97
Клееная фанера 6 мм	средн. Δl_Q , мм	0,660	0,430	0,300	0,260
	усушка "	— 0,260	— 0,030	0	0,140
	Δl_Q в %	— 0,144	— 0,017	0	0,078
Клееная фанера 16 мм	средн. Δl_Q , мм	0,470	0,290	0,250	0,150
	усушка "	— 0,220	— 0,040	0	0,100
	Δl_Q в %	— 0,122	— 0,022	0	0,055
Пиломатериал 15 мм	средн. Δl_Q , мм	8,53	6,90	6,61	5,08
	усушка "	— 1,42	— 0,29	0	1,53
	Δl_Q в %	— 1,08	— 0,161	0	0,86

Усушка по толщине в процентах от толщины

Содержание влаги в %		5	10	11	20
Шпон 4 мм	средн. Δd , мм	0,225	0,225	0,225	0,106
	усушка "	0	0	0	0,119
	Δd в %	0	0	0	3,22
Клееная фанера 6 мм	средн. Δd , мм	0,380	0,360	0,355	0,150
	усушка "	— 0,025	— 0,005	0	0,205
	Δd в %	— 0,430	— 0,086	0	3,53
Клееная фанера 16 мм	средн. Δd , мм	1,345	1,065	1,024	0,655
	усушка "	— 0,321	— 0,041	0	0,365
	Δd в %	— 2,03	— 0,26	0	2,34
Пиломатериал 15 мм	средн. Δd , мм	—	—	0,660	0,169
	усушка "	—	—	0	0,491
	Δd в %	—	—	0	3,30

воздушно-сухой древесины (влажность 11%)

Таблица 17

20	30	37,5	40	50	60	70
0,081	0,056	—	0,043	0,027	0,012	0
0,184	0,209	—	0,222	0,238	0,253	0,265
0,102	0,116	—	0,124	0,132	0,141	0,147
0,144	0,095	—	0,050	0,021	0,010	0,002
0,207	0,256	—	0,301	0,330	0,341	0,349
0,142	0,142	—	0,167	0,183	0,189	0,194
0,128	0,045	—	0,026	0,015	0,006	0
0,182	0,285	—	0,284	0,295	0,304	0,310
0,101	0,147	—	0,158	0,164	0,169	0,172
0,083	0,034	0				
0,215	0,264	0,298				
0,120	0,147	0,168				

воздушно-сухой древесины (влажность 11%)

Таблица 18

20	30	37,5	40	50	60	70
4,37	2,76	—	2,00	1,25	0,80	0,03
3,80	5,41	—	6,17	6,92	7,57	8,14
2,10	2,99	—	3,41	3,82	4,18	4,50
0,160	0,030	—	0			
0,260	0,370	—	0,400			
0,144	0,106	—	0,222			
0,090	0,030	—	0			
0,160	0,220	—	0,250			
0,089	0,122	—	0,139			
3,04	0,57	0				
3,57	6,04	6,61				
2,01	3,41	3,72				

воздушно-сухой древесины (влажность 11%)

Таблица 19

30	38,5	40	50	60	70
0,085	—	0,064	0,041	0,020	0
0,140	—	0,161	0,184	0,205	0,225
3,79	—	4,85	4,97	5,53	6,08
0,075	—	0,055	0,037	0,019	0
0,280	—	0,300	0,318	0,336	0,355
4,83	—	5,19	5,50	5,80	6,12
0,366	—	0,175	0,086	0,032	0,001
0,638	—	0,849	0,938	0,992	1,023
4,17	—	5,40	5,93	6,30	6,37
0,332	0				
0,628	0,660				
2,21	4,43				

Таблица 20

Усушка клееной фанеры поперек волокон, выраженная в процентах, по отношению к усушке пиломатериала

Содержание влаги в %	5	10	11	15	20	30
Клееная фанера 16 мм	11,3	—	—	6,5	4,4	3,6
Пиломатериал 15 мм						
Клееная фанера 6 мм	10,8	7,1	—	8,1	7,0	6,9
Пиломатериал 4 мм						

Согласно этим таблицам пиломатериал поперек волокон усыхает в 24 раза больше, чем вдоль волокон. В шпоне соотношение это еще больше и равно 26. При этих опытах насыщенность древесины водой колеблется между 30 и 11%.

Клееная фанера дает совершенно другие цифры. 6-миллиметровка усыхает поперек волокон лишь в 1,5 раза больше, чем вдоль волокон, а 16-миллиметровая фанера лишь в 0,8 раза больше. Особенно значительное усыхание поперек волокон у фанеры составляет лишь 4—8% от той же усушки пиломатериала.

Усушка фанеры вдоль волокон рубашек и в толщину на практике дает цифры, почти одинаковые с пиломатериалом, и поэтому на этом особенно останавливаться не следует.

Сопротивление растяжению и упругость Сопротивление растяжению поперек волокон у пиломатериала в 20—25 раз меньше, чем вдоль волокон, но зато удлинение, обратно пропорциональное модулю упругости, ровно в 25 раз больше.

У клееной фанеры эти показатели более благоприятны, чем у пиломатериала. Большее сопротивление излому соответствует большему модулю упругости и следовательно меньшему удлинению.

Среднее сопротивление растяжению и модуль упругости у пиломатериала в кг/см² выражается цифрами, приведенными в табл. 21.

Таблица 21

Образцы	Качество	Вдоль волокна	Поперек волокна	Соотношение между поперечн. и долевым
Шпон 4 мм пропаренный	Сопротивл. растяжению Модуль упругости	642 86 200	32 3 500	1 : 29 1 : 25
Пиломатериал 15 мм непропарен. из ядра.	Сопротивл. растяжению Модуль упругости	688 80 800	27 3 500	1 : 25 1 : 23
Пиломатериал непропарен. из сердцев.	Сопротивл. растяжению	357	—	—

Среднее сопротивление растяжению и модуль упругости у клееной фанеры в кг/см^2 даны в табл. 22.

Таблица 22

Образцы	Качество	Вдоль волокна	Поперек волокна	Соотношение между поперечн. и долевым
Клееная фанера 6 мм, трехслойка	Сопротивл. растяжению Модуль уп- ругости	365 42 400	380 52 200	1:0,96 1:0,81
Клееная фанера 16 мм, пятислойка	Сопротивл. растяжению Модуль уп- ругости	375 55 000	307 50 000	1:1,1 1:1,1

Как видно из всех приведенных данных, клееная фанера представляет собой однородный материал, независимый в смысле прочности от направления волокон. Заслуживает внимания факт, что сопротивление растяжению поперек волокон у клееной фанеры в 12 раз больше, чем у пиломатериала.

Влияние отдельных слоев фанеры на сопротивление растяжению. Сопротивление на разрыв отдельных слоев клееной фанеры повышается после склейки примерно в 10 раз. Объясняется это тем, что волокна продольных слоев связываются переклейкой волокон поперечных, так что нагрузка распределяется равномерно по всем волокнам. Верно также обратное, т.е. благоприятное действие долевого волокон на поперечные, сопротивление на разрыв коих возрастает.

Дальнейшие преимущества фанеры заключаются в том, что отдельные волокна при помощи клея скрепляются более крепко, так что разрушение их уже не может являться следствием задевания друг за друга при скольжении, а происходит исключительно от разрыва.

Влияние направления волокон на сопротивление растяжению. Исследование на сопротивление разрыву пиломатериала и клееной фанеры, если растягивающая сила действует на волокна под различными углами (в кг/см^2), дало результаты, приведенные в табл. 23, где видно, что фанера гораздо менее чувствительна к изменению угла действия силы к направлению волокон, чем пиломатериал. Самое неблагоприятное для клееной фанеры положение замечается при угле в 45° .

Таблица 23

Угол между направл. волокон и растяг. силой	Пиломатериал 10 мм σ_1	Клееная фа- нера 10 мм σ_2	$\frac{\sigma_2}{\sigma_1} \times 100$ (в %)
0°	448	(375)	84
$25,5^\circ$	168	151	90
45°	43	131	305
$67,5^\circ$	16	212	1 330
90°	(27)	(307)	1 140

При исчислении модулей упругости для пиломатериала и клееной фанеры в зависимости от изменения угла действия растягивающей силы (в кг/см^2) были получены цифры, приведенные в табл. 24.

Таблица 24

Углы	Пиломатериал 10 мм E_1	Клееная фанера 10 мм E_2	$\frac{E_2}{E_1} \times 100$ (в %)
0°	82 500	55 000	0,67
22,5°	30 800	25 500	0,83
45°	7 550	18 200	2,1
67,5°	—	27 200	—
90°	3 650	51 200	14,1

Сравнение упругости клееной фанеры и пиломатериала Большое влияние на упругость клееной фанеры имеет расположение волокон шпона. Долевой средний слой удлиняется менее, чем два таких же слоя, расположенных снаружи. Вкратце можно сказать, что клееная фанера удлиняется вдоль волокон вдвое больше ординарного шпона и почти вдвое больше пиломатериала одинаковых размеров. Пиломатериал же, испытываемый поперек волокон, растягивается в 15 раз больше клееной фанеры.

Упругость при повторной нагрузке. Опыт с повторной нагрузкой проделывали таким образом, что различные образцы постепенно нагружали до 40% их сопротивления растяжению. После этого нагрузку постепенно ослабляли. Манипуляцию эту повторяли 12 раз, а на 13-м испытании нагрузку увеличивали до момента разрыва волокон. Опыт показал, что умеренная повторная нагрузка на упругости и сопротивлении разрыву клееной фанеры отзывалась мало.

Сопротивление разрыву при повторной нагрузке. Опыты ставились таким образом:

После того как все образцы получили постепенно возрастающую в 13 и 14 раз нагрузку, волокна разрывались. Результаты показали, что крепость шпона под влиянием повторной нагрузки не меняется, между тем как с пиломатериалом дело обстояло совсем иначе. Можно сделать заключение, что сопротивление разрыву клееной фанеры от повторной нагрузки не понижается, так же как не понижается ее упругость. Даем результаты этого опыта в табл. 25.

Сопротивление сжатию параллельно волокнам. Сопротивление сжатию вдоль волокон оказалось равным:

- у 4-мм шпона, пропаренного 259 кг/см^2
- 15-мм пиломатериала, непропарен. 548

Сопротивление сжатию поперек волокон не было установлено, так как опыты в этой плоскости не удались. Из других источников явствует, что сопротивление это составляет примерно

Таблица 25

Образцы	Сопротивление растяжению при 14-й нагрузке (кг/см ²)	Сопротивление растяжению при первой нагрузке (кг/см ²)
4-мм шпон долевой	642	645
6 " клеен. фанера долев.	333	365
16 " " поперечн.	373	307
15 " пиломатериал долев.	478	688 непропарен. из ядра
		356 проварен.
15 " " поперечн.	46,5	26,6 непропарен.

10—15% от сопротивления сжатию параллельно волокну, что дало бы следующие результаты:

для шпона 4 мм	26—38
в среднем	32 кг/см ²
для пиломатериала 15 мм	54—82
в среднем	63 кг/см ²

При этом следует иметь в виду, что сопротивление на сжатие быстро понижается в случае, если нагрузка действует по отношению к направлению волокон под углом. Так например угол в 15° дает сопротивление лишь в половинном размере против сопротивления параллельно волокну. По этой причине никогда не следует пользоваться максимальными результатами опыта, так как на практике волокна всегда более или менее отклоняются от оси испытываемого материала.

Сопротивление удару. Испытания производились над 12 образцами. 6 из них ставились на ребро, остальные укладывались плашмя. Испытание дало следующие результаты (табл. 26):

Таблица 26

	Шпон 4 мм	Пиломатериал 15 мм	Клеевая фанера 6 мм	Клеевая фанера 16 мм
A/W_1	378	192	205	102 кг · см/см ³
A/W_2	140	161	77	69 " " " 2
A/F	23	47	21	25 кг · см/см ²
A/F	39	46	22	14 " " "

где

A — работа удара в см · кг.

W_1 — момент сопротивления образца, уложенного плашмя, в см³,

W_2 — момент сопротивления образца, поставленного на ребро, в см³,

F — площадь поперечного разреза в см².

Сопротивление изгибу. По вполне понятным причинам испытание на изгиб могло быть произведено лишь на более толстых образцах. Результаты даны в приведенной ниже таблице, где им для наглядности противопоставлены цифры, полученные путем испытания на растяжение и сжатие.

Таблица 27

	Пиломатериал 15 мм		Клеевая фанера 16 мм	
	вдоль волокон	поперек волокон	вдоль волокон	поперек волокон
Средн. сопротивл. изгибу (в кг/см^2)	800	—	481	—
Средн. сопротивл. растяжению (в кг/см^2)	688	27	375	307
Средн. сопротивл. сжатию (в кг/см^2)	548	68	301	—

Для модуля упругости были получены следующие результаты:

Таблица 28

	Пиломатериал 15 мм		Клеевая фанера 16 мм	
	вдоль волокон	поперек волокон	вдоль волокон	поперек волокон
Изгиб	11 6 500	—	63 500	—
Растяжение	80 800	3 500	55 000	50 000

При нагрузке в 90 кг стрела прогиба составляла:

у непропаренного пиломатериала 15 мм 1,9 мм
у клеевой фанеры 16 мм 2,1 "

Исходя из этих данных, были вычислены следующие модули упругости:

для непропаренного пиломатериала 84 000 кг/см^2
для клеевой фанеры 63 250 "

Сопротивление изгибу и упругость при повторной нагрузке. Как и при испытании на растяжение, образцы медленно 12 раз нагружались до теоретического напряжения в 321 кг/см^2 для пиломатериала и до 202 кг/см^2 для клееной фанеры, после чего нагрузка была снята. После этого устанавливались модули упругости, приведенные в табл. 29.

Таблица 29

	Пиломатериал 15 мм	Клеевая фанера
Модуль упругости после повторной нагрузки	110 000	60 000 кг/см^2
после первой нагрузки	106 500	63 500 "

Из этих данных видно, что после умеренно повторяемых изгибающих нагрузок упругость пиломатериала и клееной фанеры в сколько-нибудь значительной мере не изменяется.

Сопротивление срезу. Были получены следующие средние величины:

Таблица 30

Шпон 4 мм	Пиломатериал 15 мм	Клееная фанера 6 мм	Клееная фанера 16 мм
54	76	96	93

У фанеры разрушение наступило не от чистого сдвига по древесине, а потому, что поперечный шпон сдал по шву. Отсюда вывод, что надлежащая крепость клея безусловно повысит сопротивляемость клееной фанеры срезу.

При испытании на срез особенно наглядны облагораживающие свойства клееной фанеры, так как тонкая фанера дает сопротивляемость сдвигу в 1,8, а толстая лишь в 1,2 раза большую, чем одинаковый по размерам пиломатериал.

Сопротивление на раскалывание. Как видно из приведенных цифр, тонкая фанера в 3,9, а толстая в 4,5 раза больше способна оказывать сопротивление раскалыванию, чем пиломатериал равной толщины (табл. 31).

Таблица 31

Шпон 4 мм	Пиломатериал 15 мм	Клееная фанера 6 мм	Клееная фанера 16 мм
31	37	116	166

Табл. 32 дает средние величины напряжений и данные об упругости для пиломатериала и клееной фанеры как вдоль, так и поперек волокна.

Таблица 32

	Ед. изм	Пиломатериал			Клееная фанера	
		шпон 4 мм	необработ. 15 мм	пропаренный 15 мм	6 мм	16 мм
Содержание влаги в возд. сух. образце	%	10,1	11,6	—	11,8	10,9
Объемный вес возд. сух. древесины	кг/дм	0,426	0,507	—	0,441	0,516
Сопротивл. растяж. вдоль волокон	кг/см ²	642	688	357	363	375
Сопротивл. растяж. поперек волокон	"	32	26,6	—	380	307
Модуль упруг. вдоль волокон	"	86 200	80 800	—	42 400	55 000
То же и поперек волокон	"	3 500	3 500	—	52 200	50 000
Сопротивл. изгибу	"	—	800	706	—	480,5

	Ед. изм.	Пиломатериал			Клеевая фанера	
		шпон 4 мм	необра- бот. 15 мм	пропа- ренный 15 мм	6 мм	16 мм
Модуль упруг. при изгибе:						
1-я нагрузка	кг/см ²	—	—	108 500	—	83 500
После 12-й нагруз- ки	"	—	—	110 000	—	~60 000
Сопротивл. скалыва- нию	"	29,7	37	—	116	186
Сопротивл. сжатию паралл. волокну . . .	"	256,5	548	—	186	301
Сопротивл. срезу па- ралл. волокну	"	54	75,6	—	96	98
Сопротивл. удару, отнесен. к моменту сопротивл. на плос- кости	"	338	192	—	205	102
То же на ребро	"	140	161	—	77	69
Усадка при 20 %-ной относ. влажн. вдоль волокну	%	0,102	0,120	—	0,115	0,101
То же поперек воло- кна	"	2,10	2,01	—	0,144	0,089
То же по толщине . . .	"	3,22	3,30	—	3,53	2,34
Износ от струи песка	см ³	—	8,8	10,9	12,0	—

Затем дается табл. 33, где показано, насколько склейка улучшает качества древесины.

Таблица 33

	Тонкая фанера в срав- нении с шпоном	Голстая фанера в срав- нении с 15-мм пилома- териалом
Усадка поперек волокон при 20% влажности . .	Улучшение в 0,07 раза	Улучшение в 0,05 раза
Сопротивление растяжению поперек волокон . . .	Повышение в 12,0 "	Повышение в 11,4 "
Сопротивление сдвигу . .	" " 1,8 "	" " 1,2 "
" " раскалыв.	" " 3,9 "	" " 4,5 "
Усадка вдоль волокну при 20 % влажности	" " 1,1 "	" " 0,8 "
Усадка по толщине при 20 % влажности	" " 1,1 "	" " 0,7 "
Сопротивление растяж. вдоль волокну	Понижение " 0,57 "	" " 0,55 "
Сопротивление сжатию вдоль волокну	" " 0,72 "	" " 0,53 "
Сопротивление изгибу . .	— " — "	Понижение " 0,6 "
Сопротивление удару, обра- зец поставлен на ребро .	Понижение в 0,55 "	" " 0,43 "
То же, образец положен плашмя	" " 0,61 "	" " 0,53 "
Влагосодержание воздуш- но-сух древесины . . .	Повышение в 1,17 "	Понижение в 0,94 "
Объемный вес	" " 1,03 "	" " 1,02 "

Заключение об испытании окумэ

Из сказанного видно, что изготовление клееной фанеры, являясь процессом облагораживания древесины, придает ей целый ряд улучшающих свойств. Улучшения эти наблюдаются:

- в уменьшенной усадке поперек волока после сушки,
- в повышенной сопротивляемости износу,
- в повышенной сопротивляемости разрыву поперек волокон,
- в повышенной сопротивляемости сдвигу и раскалыванию вдоль волокон.

К этим преимуществам необходимо еще добавить, что, пользуясь клееной фанерой как строительным материалом, строитель уже не бывает вынужден считаться со случайными колебаниями крепости, присущими пиломатериалу. Клееная фанера является материалом, качества которого мало изменчивы и легко выражаются определенными цифрами. Предельные нагрузки клееной фанеры так же надежны, как у металлов. Все это говорит за то, что область применения клееной фанеры в будущем расширится еще больше, чем до сих пор.

Береза

Опыты с березовой клееной фанерой и березовым шпоном заключались главным образом в том, что пытались выяснить, какое влияние оказывает на прочность и работоспособность фанеры и шпона их структура и расположение волокон.

Зависимость сопротивления растяжению от направления волокон. Размеры образцов шпона: толщина 0,5 мм, длина 1 200 мм и ширина 1 000 мм. Из этих листов ножницами вырезались полосы длиной в 230 мм и шириной в 15 мм, под различными углами (от 0 до 90°) к направлению волокна, после чего приступили к разрыву полос на разрывной машине. Результаты показаны в табл. 34. Влажность древесины равнялась 8%. Как видно из таблицы, отклонения направления разрывающей силы на 5° от направления волокон понижает сопротивление разрыву наполовину. Наименьшее сопротивление наблюдалось при угле в 90°, т. е. поперек волокон. Интересно отметить, что изменение угла с 60 до 90° на результат влияет сравнительно мало.

Влияние направления волокон на сопротивление разрыву березового шпона толщиной в 0,5 мм приведено в табл. 34.

Те же результаты можно получить теоретически для углов между направлением приложенной силы и направлением волокон в 30—90°. Исчисление ведется по формуле:

$$P = \frac{P_0}{\sin^2 \alpha},$$

где:

P — приложенная сила,

P_0 — сила в 20 кг,

α — угол между направлением растягивающей силы и направлением волокон образца.

Если угол меньше 30°, формула дает неправильный результат.

Таблица 34

№ образца	Направление волокон	Толщина (в см)	Ширина (в см)	Сечение (в см ²)	Нагрузка при изломе (в кг)	Сопротивление разрыву (в кг/см ²)
26	90° (поперек)	0,054	1,60	0,0862	1,9	22,1
27		0,054	1,62	0,0872	2,4	27,6
28		0,055	1,50	0,0825	2,8	27,9
29		0,054	1,56	0,084	1,0	11,9
30		0,054	1,61	0,0868	1,0	11,6
	В среднем . .	—	—	—	—	20,2
31	75°	0,054	1,54	0,083	2,0	24,1
32		0,054	1,50	—	—	—
33		0,053	1,50	0,095	1,6	20,2
34		0,054	1,50	0,081	1,85	22,8
35		0,055	1,42	0,078	1,55	19,9
	В среднем . .	—	—	—	—	21,7
36	60°	0,054	1,61	0,0868	0,65	—
37		0,053	1,50	0,0795	2,5	31,5
38		0,054	1,60	0,0865	2,5	26,6
39		0,054	1,60	0,0865	2,2	25,5
40		0,053	1,42	0,075	2,6	34,7
	В среднем . .	—	—	—	—	29,6
41	45°	0,053	1,45	0,0765	1,65	21,6
42		0,054	1,55	0,0835	4,15	49,7
43		0,053	1,60	0,0845	4,05	48,0
44		0,053	1,61	0,0852	3,80	44,2
45		0,053	1,55	0,082	3,66	44,8
	В среднем . .	—	—	—	—	42,1
46	30°	0,054	1,52	0,082	8,45	103,5
47		0,054	1,62	0,0875	10,35	119,9
48		0,054	1,48	0,0799	6,45	81,0
49		0,054	1,58	0,085	6,3	74,1
50		0,053	1,64	0,0868	8,25	95,4
	В среднем . .	—	—	—	—	94,6
51	15°	0,053	1,70	0,090	12,5	139
52		0,053	1,50	0,0795	14,4	182
53		0,053	1,58	0,0838	15,1	181
54		0,054	1,60	0,0868	10,8	125
55		0,054	1,56	0,0841	13,95	166
	В среднем . .	—	—	—	—	156,6
56	10°	0,053	1,55	0,0825	24,2	295
57		0,053	1,58	0,0835	18,4	221
58		0,054	1,54	0,083	22,2	268
59		0,053	1,60	0,085	22,8	269
60		0,054	1,60	0,086	21,6	252
	В среднем . .	—	—	—	—	261

№ образца	Направление волокон	Толщина (в см)	Ширина (в см)	Сечение (в см ²)	Нагрузка при изломе (в кг)	Сопротивление разрыву (в кг/см ²)
61	5°	0,054	1,60	0,0865	45,4	524
62		0,054	1,55	0,0836	47,0	562
63		0,053	1,52	0,0805	44,2	550
64		0,055	1,50	0,0825	48,8	592
65		0,053	1,58	0,0838	54,4	650
	В среднем . .	—	—	—	—	575
66	2,5°	0,054	1,55	0,0835	79,0	946
67		0,052	1,57	0,0815	83,2	1 020
68		0,054	1,57	0,0848	75,8	895
69		0,053	1,56	0,0827	78,4	950
70		0,053	1,57	0,0832	72,0	865
	В среднем . .	—	—	—	—	935
71	0° (вдоль)	0,054	1,54	0,0831	102,0	1 230
72		0,054	1,52	0,082	100,2	1 220
73		0,054	1,50	0,081	85,0	1 025
74		0,055	1,50	0,0825	86,0	1 040
75		0,053	1,54	0,0816	91,0	1 120
	В среднем . .	—	—	—	—	1 127

Влияние неправильного расположения волокон на сопротивление растяжению. Проверено было также влияние свилезатости и небольших сучьев на сопротивление растяжению. Образцы брались тех же размеров. Результат показан в табл. 35.

Таблица 35

№ образца	Толщина (в см)	Ширина (в см)	Сечение (в см ²)	Нагрузка при разрыве (в кг)	Сопротивление растяжению (в кг/см ²)	Примечание
21	0,055	1,53	0,0841	45,8	545	Образцы свилезатые
22	0,053	1,63	0,0864	46,6	540	
23	0,053	1,51	0,0800	70,8	885	
24	0,052	1,54	0,0800	27,2	340	
25	0,053	1,50	0,0795	82,2	1 030	
	В среднем	—	—	—	668	
76	0,054	1,47	0,0795	66,0	881	Образцы с небольшими сучьями
77	0,054	1,55	0,0838	39,6	473	
78	0,054	1,47	0,0795	27,0	340	
79	0,054	1,65	0,0890	48,6	548	
80	0,052	1,60	0,0832	29,0	348	
	В среднем	—	—	—	508	

Из таблицы видно, что приведенные дефекты древесины могут повысить ее крепость до 70%.

Влияние текстуры на механические свойства древесины. Для выяснения этого вопроса выбрали образцы тех же размеров, как изложено выше, причем все они были разбиты на 4 группы. Первые 5 образцов показывали текстуру вдоль волокна, вторые — поперек, а образцы третьей группы были подобраны таким образом, чтобы текстура шла по диагонали. Остальные образцы представляли шпигель (радиальный разрез).

Из опыта можно вывести заключение, что текстура древесины есть фактор, с которым для достижения равномерной прочности всего листа шпона надо считаться. Установлено было, что наибольшей прочностью обладает древесина с текстурой полосатой.

Тут попутно интересно отметить огромное влияние текстуры на способность древесины впитывать или отдавать влагу.

Влияние структуры и толщины клееной фанеры на сопротивление растяжению, расширению и изгибу вдоль и поперек волокон и по диагонали. Размеры, удельный вес и влагосодержание березовой клееной фанеры различной структуры при размере листов фанеры 100×50 см приведены в табл. 36.

Таблица 36

№ образца	Структура	Средняя толщина (в мм)	Вес (в кг)	Удельный вес	Вес 1 м ² (в кг)	Содержание влаги (в %)
I	1:1,6:1:1,6:1	4,92	1,894	0,76	3,77	9,9
III	1:1:1:1:1	4,64	1,808	0,75	3,57	9,2
V	1:1,25:1:1,25:1	4,17	1,573	0,74	3,12	10,5
VII	1:1:1:1:1	3,67	1,430	0,77	2,83	9,8
IX	1:1,25:1	3,19	1,292	0,80	2,56	9,5
XI	1:1,6:1	2,76	1,057	0,76	2,09	9,1
XIII	1:1,25:1	2,23	0,942	0,84	1,87	10,1
XV	1:2:1	2,09	0,867	0,80	1,72	9,8
XVII	1:1,6:1	1,59	0,637	0,79	1,36	9,2

Средние величины сопротивления растяжению березовой клееной фанеры различной структуры даны в табл. 37

Таблица 37

№ образца	Структура	Толщина (в мм)	Сопротивление растяжению (в кг/см ²)		
			вдоль волокну	поперек волокну	по диа- гонали
	Пятислойка				
I	1:1,6:1:1,6:1	4,8	854	974	816
III	1:1:1:1:1	4,6	1080	722	265
V	1:1,25:1:1,25:1	4,2	943	800	309
VII	1:1:1:1:1	3,6	915	607	330
	Трехслойка				
IX	1:1,25:1	3,2	1031	829	304
XI	1:1,6:1	2,8	852	575	300
XIII	1:2,5:1	2,3	914	1085	355
XV	1:2:1	2,0	1287	1069	345
XVII	1:1,6:1	1,6	975	960	328

Каждая цифра результатов является средним арифметическим пяти испытаний.

Средние величины по исследованию упругости и модуля упругости березовой клееной фанеры различной структуры см. в табл. 38.

Таблица 38

№ образца	Структура	Толщина (в мм)	Показатели упругости и модуль упругости					
			вдоль		поперек		по диагонали	
			10 ⁻⁶	E кг/см ²	10 ⁻⁶	E кг/см ²	10 ⁻⁶	E кг/см ²
	Пятислойка							
I	1:1,6:1:1,6:1	4,8	10,4	96 000	9,1	110 000	33,1	30 250
III	1:1:1:1:1	4,6	7,05	142 000	10,81	93 000	37,0	27 000
V	1:1,25:1:1,25:1	4,2	9,10	110 000	10,15	98 800	33,2	30 100
VII	1:1:1:1:1	3,6	8,35	120 000	11,7	85 500	33,3	30 000
	Трехслойка							
IX	1:1,25:1	3,2	7,95	126 000	11,8	85 000	35,0	28 600
XI	1:1,6:1	2,8	8,75	115 000	11,4	88 000	34,8	28 700
XIII	1:2,5:1	2,3	10,0	100 000	7,9	127 000	29,8	33 600
XV	1:2:1	2,0	7,07	142 000	9,45	106 000	38,1	30 250
XVII	1:1,6:1	1,6	7,82	128 000	8,65	116 000	37,0	27 100

Результаты испытания на изгиб приведены в табл. 39.

Таблица 39

№ образца	Структура	Направление волокна	Толщина (в мм)	Радиус первоначального изгиба (в мм)	Излом при изгибе (в мм)			Надтреснутость при мм	Содержание влаги (в %)
					в глубину	вверх	в среднем		
I	1:1,6:1:1,6:1	вдоль поперек диагон.	4,8	250 200 160	180 60 30	200 70 40	196 66 34	100	9,80
II	1:1:1:1:1	вдоль поперек диагон.	4,6	250 180 140	180 100 25	200 120 40	196 112 31	90	9,25
V	1:1,25:1:1,25:1	вдоль поперек диагон.	4,2	260 160 120	140 80 25	180 140 40	156 106 31	70	10,50
VII	1:1:1:1:1	вдоль поперек диагон.	3,6	200 140 120	120 40 25	160 50 30	144 44 28	70	9,85
IX	1:1,25:1	вдоль поперек диагон.	3,2	160 100 90	90 30 30	140 40 40	115 36 34	70	9,50
XI	1:1,6:1	вдоль поперек диагон.	2,8	140 100 80	60 30 20	100 40 25	94 34 23	50	9,15
XIII	1:1,25:1	вдоль поперек диагон.	2,3	120 80 70	50 30 20	60 40 25	56 34 23	40	10,10
XV	1:2:1	вдоль поперек диагон.	2,0	120 80 60	50 25 25	70 30 25	60 26 22	40	9,85
XVII	1:1,6:1	вдоль поперек диагон.	1,6	80 50 50	30 20 10	50 25 15	42 22 13	25	9,20

Опыты показали, что приблизительное выравнивание сопротивления на растяжение вдоль и поперек волокна происходит в том случае, если соотношение слоев шпона выражается в пропорции 1 к 1,25. Сравнительно малая сопротивляемость при структуре 1:2:1 была найдена еще раньше другими экспериментаторами и вполне подтвердилась и на этот раз. Объясняется это вероятно тем, что при изготовлении клееной фанеры для серединок берется шпон более низкого качества и следовательно и более слабой сопротивляемости. Опыты производились на разрывной машине Амслера.

Таким образом можно констатировать:

1) что работа клееной фанеры ухудшается при малейшем отклонении направления приложенной силы от направления волокон древесины,

2) что сучья и свилеватости вызывают местное ослабление до 30%,

3) что текстура при неблагоприятных условиях, т. е. в случаях, когда рисунок пересекает волокна под углом в 90° , уменьшает сопротивляемость растяжению на 10—15%.

Кроме того установлено, что наиболее полное вырабатывание сопротивления растяжению и наибольшая упругость получаются в трехслойке при соотношении слоев 1:2:1 и 1:2,5:1, в пяти-слойке при 1:1,25:1:1,25:1 и 1:1,6:1:1,6:1. Испытания на изгиб реальных результатов не дали.

Столярные плиты

Зависимость между толщиной рубашек столярных плит и их короблением. Клееная фанера с серединой из пиломатериала, т. е. столярные плиты, чаще всего находят применение при изготовлении мебели и внутреннего оборудования жилых помещений.

В этих случаях не так важна крепость материала, сколько сопротивление, которое они способны оказать короблению. Коробление же в первую голову зависит от изменения влагосодержания окружающего воздуха. Большие всего подвержены короблению те доски, обе стороны которых испытывают влияние различной по степени влажности окружающей среды. Если например из столярных плит сделана глухая перегородка, отделяющая друг от друга два помещения с различными условиями влажности, то в данном случае мы имеем обстановку, в высокой степени способствующую короблению. Подобные же условия часто наблюдаются на дверях шкафов, кухонь, ванных комнат и пр.

При испытании сопротивления, которое столярные доски способны оказывать короблению, именно из подобных архинеприятных условий и исходят. Испытуемые доски укладывают

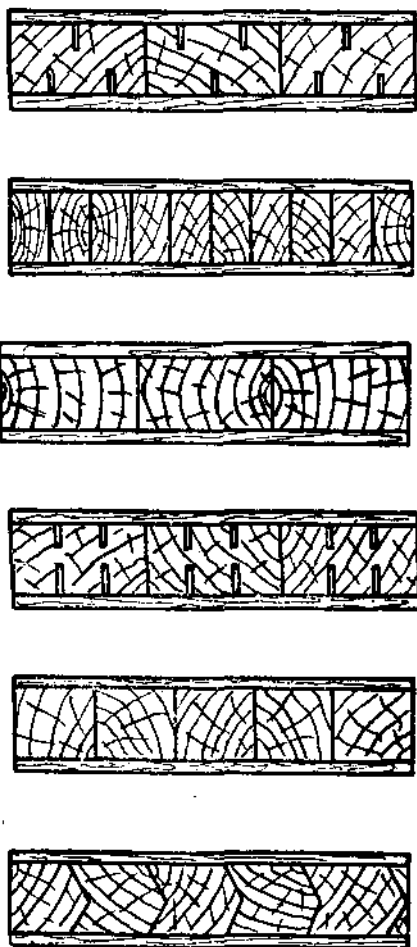


Рис. 20. Различные конструкции серединок столярных щитов.

на соответствующую величине доски коробку с водой, края которой герметически прилегают к доске при помощи резиновой рамки и пластической массы. Таким образом верхняя сторона доски впитывает влажность окружающего, а нижняя заключенного в коробке воздуха. Внутри сосуда между уровнем воды и доской прилаживается гигрометр, при помощи которого в любое время имеется возможность сравнить степень влажности окружающего и закрытого в сосуде воздуха.

Кроме того во внутренней полости ящика прикреплены водяной и обыкновенный термометры, а условия окружающей среды измеряют при помощи барометра и гигрометра.

Масштабом сопротивления короблению служит величина изменения очертаний краев доски. Изменения формы измеряются специальным бинокулярным прибором.

Столярную доску укладывают на специальную заверочную доску с таким расчетом, чтобы они соприкасались друг с другом в трех точках, находящихся вблизи середины досок. Вдоль одного из краев досок движется в горизонтальном направлении бино-

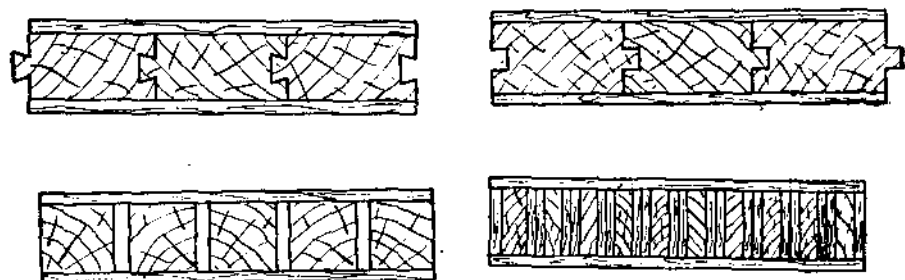


Рис. 21. Различные конструкции серединок столярных щитов

кулярное увеличительное стекло, при помощи которого заметны малейшие отклонения края столярной доски от своего первоначального положения. Толщину доски измеряют при помощи натянутой нити.

Для получения показателя сопротивляемости дачной доски исчисляют среднее арифметическое цифр, полученных путем измерения отдельных ее точек. Отсюда вывод, что наибольшее сопротивление короблению дает доска, показатель которой при равных условиях влажности окажется наименьшим.

Приведенные в табл. 40 цифры — результат исследования 9 групп образцов, по 9 в каждой группе, всего 81 образец. Размер каждого образца 250×315 мм, толщина 20 мм, рубашки и серединка из окумэ. Разумеется, все образцы были одной и той же породы и размеров, менялось лишь соотношение между суммарной толщиной обеих рубашек и толщиной серединки, колеблясь между 0,12 и 0,69. Края каждой доски измеряли в 30 местах после 14-дневного выдерживания над описанным выше сосудом с водой. Измерения производились до и после опыта

на одних и тех же точках. Разница обоих обмеров дает изменение формы краев доски. Таблица показывает, что соотношение между толщиной рубашек и срединки имеют влияние на изменение формы доски. Далее видно, что наименьшему короблению подвержены доски, соотношение толщин которых равно 0,4 или вернее 0,395. Повидимому наибольшее сопротивление короблению оказывают доски, толщина рубашек которых равна 3 мм (табл. 40).

Таблица 40

Группа образцов	Доска	Удельный вес	Средняя разница влагосодерж. воздуха (в %)	Влагосодержание (в %)		Поглощено влаги (в %)	Соотношение в толщине слоев	Изменение формы в среднем (в мм)	Максим. изменение формы (в мм)
				до опыта	после опыта				
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	1-3	—	49,2	—	—	—	0,231	1,48	3,06
	4-6	—	48,6	—	—	—	0,407	1,28	2,72
	7-9	—	56,6	—	—	—	0,622	1,74	3,60
	1-3	—	59,9	—	—	—	0,230	1,59	2,70
	4-6	—	60,3	—	—	—	0,448	2,04	3,52
	7-9	—	62,1	—	—	—	0,691	1,97	3,54
	1-3	0,480	59,3	8,4	12,1	3,7	0,261	1,11	2,16
	4-6	0,465	52,0	8,6	13,3	4,7	0,416	0,86	1,65
	7-9	0,456	53,6	8,8	13,8	4,9	0,648	0,88	1,99
3	1-3	0,487	46,5	9,0	14,6	4,8	0,223	1,23	2,10
	4-6	0,470	46,5	10,3	15,3	5,0	0,383	1,14	2,31
	7-9	0,476	46,5	10,1	15,1	5,3	0,594	0,99	2,04
4	1-3	0,474	43,5	11,2	15,5	4,3	0,196	1,08	2,25
	4-6	0,455	43,5	10,4	14,5	4,1	0,403	0,99	1,93
	7-9	0,456	43,5	10,5	14,3	3,8	0,617	1,05	2,08
5	1-3	0,498	51,3	12,0	15,7	3,7	0,194	1,44	2,61
	4-6	0,468	51,3	11,4	14,2	2,8	0,385	0,93	1,56
	7-9	0,470	51,3	11,0	13,6	2,7	0,471	0,89	1,56
6	1-3	0,478	57,0	9,6	13,0	3,4	0,168	1,10	1,93
	4-6	0,465	57,0	9,4	12,8	3,5	0,340	0,98	1,87
	7-9	0,476	57,0	9,6	12,9	3,3	0,492	1,03	2,02
7	1-3	0,477	58,2	11,0	13,6	2,6	0,268	0,57	1,37
	4-6	0,438	58,2	10,3	12,4	2,1	0,471	0,29	0,71
	7-9	0,476	58,2	10,3	12,4	2,1	0,667	0,58	1,29
8	1-3	0,479	56,0	9,6	13,7	4,0	0,127	1,59	3,39
	4-6	0,469	56,0	9,9	13,6	3,7	0,270	1,48	2,55
	7-9	0,469	56,0	9,0	12,6	3,6	0,469	1,60	2,89
9	1-3	0,479	56,0	9,6	13,7	4,0	0,127	1,59	3,39
	4-6	0,469	56,0	9,9	13,6	3,7	0,270	1,48	2,55
	7-9	0,469	56,0	9,0	12,6	3,6	0,469	1,60	2,89

Штамповка клееной фанеры и шпона

В фанерной промышленности значительный процент рванины-шпона и испорченных листов готовой фанеры идут в топку за невозможностью более рационального использования. А между тем из этого отпада можно изготавливать целый ряд полезных предметов. Затруднение заключается в том, что дальнейшая обработка отпада принятыми до сих пор в деревообрабатывающей

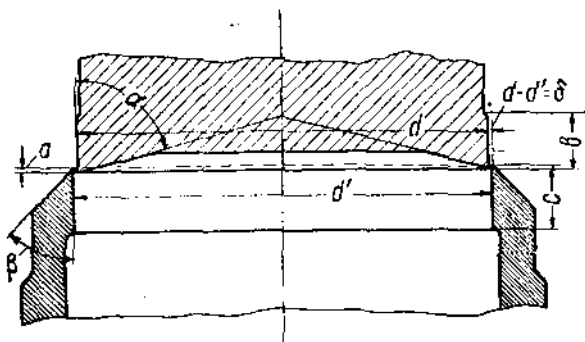


Рис. 22. Схема поперечного разреза патрицы и матрицы штампа

промышленности средствами, как например пилой, стоит слишком дорого и поэтому не дало бы надлежащего экономического эффекта. Попытки использовать отходы фанерной промышленности путем механической их обработки именно поэтому терпели неудачу. Металлообрабатывающая промышленность в этом смысле находится в более благоприятных условиях. Так например, на заводах, обрабатывающих листы жести, из отпада изготавливается путем штамповки целый ряд дешевых предметов.

Именно при наличии шпона и клееной фанеры, сопротивляемость которой разным нагрузкам близко приближается к показателям для металла, этот дешевый способ обработки до сих пор не применялся и вводится на некоторых зарубежных предприятиях лишь в последнее время.

При возникновении идеи штамповки фанеры пытались использовать инструмент, применяемый для штамповки металла, но вскоре выяснилось, что он для обработки древесины непригоден, так как кромка обрабатываемой древесины получалась неровная. Более или менее удовлетворительные результаты дала пробивка дыр малого диаметра, где готовым фабрикатом служит окружающая дыру часть материала, между тем как внутренняя часть идет на отпад.

Совершенно справедливо полагали, что практически гораздо важнее случай обратный, когда готовый продукт дает выпадающая поверхность древесины. Выбрали диаметры штампованной поверхности в 50—140 мм и установили, что причина нечистой обработки металлообрабатывающими штампами кроется в том,

что древесина для инструмента, работающего под углом в 90° , не обладает достаточной плотностью. Уплотнения ребра штампусмой древесины добивались уменьшением угла заострения режущей кромки патрицы и матрицы, причем уменьшение это производили в зависимости от плотности и твердости обрабатываемой породы дерева. Предварительные опыты показали, что для патрицы необходимо выбирать углы заострения α от 90 до 60° , а для матрицы β от 90 до 30° (рис. 22). На основании этого изготовили режущий инструмент, размеры которого (в мм) даны в табл. 41.

Таблица 41

№	α°	β°	d	d^1	$\delta = d - d^1$	a	s	c
1	90,0	—	108,27	—	0,03	0,05	6,0	11,0
2	83,5	—	108,28	—	0,03	0,05	6,0	—
3	75,0	—	108,27	—	0,03	0,05	6,0	—
4	67,5	—	108,27	—	0,03	0,05	6,0	—
5	60,0	—	108,27	—	0,03	0,05	6,0	—
6	—	90,0	—	108,30	0,03	0,05	—	11,0
7	—	75,0	—	108,30	0,03	0,05	—	11,0
8	—	60,0	—	108,30	0,03	0,05	—	11,0
9	—	45,0	—	108,30	0,03	0,05	—	11,0
10	—	30,0	—	108,30	0,03	0,05	—	11,0
11	90,0	—	48,97	—	0,03	0,05	6,0	—
12	90,0	—	79,97	—	0,03	0,05	6,0	—
13	90,0	—	139,97	—	0,03	0,05	6,0	—
14	—	30,0	—	50,00	0,03	0,05	—	11,0
15	—	30,0	—	80,00	0,03	0,05	—	11,0
16	—	30,0	—	140,00	0,03	0,05	—	11,0

В подготовительной стадии работы пытались установить наиболее приемлемую разницу между диаметрами патрицы и матрицы ($\delta = d - d^1$) и остановились на величине в 0,03 мм, причем испытывали разные варианты между 0,01 мм и 0,2 мм. При $\delta < 0,03$ мм разрушались режущие кромки инструмента, а при $\delta > 0,03$ мм получался нечистый рез и расщепление кромки шпона.

Глубина погружения патрицы в матрицу определялась в $a = 0,05$ мм. При ничтожной величине $\delta = 0,03$ мм более глубокого проникания патрицы добиться не удалось.

Опыты производились на эксцентрическом прессе силой давления в 22 000 кг. Главное внимание обращалось на профиль режущего инструмента, между тем как скоростью резания интересовались лишь попутно. Изменение скорости движения патрицы устанавливалось по числу оборотов, длине кривошипа и длине шатуна.

Влияние угла заострения α патрицы на силу давления и качество работы. Для обработки металлов углы α и β берутся в 90° , но для древесины они оказались неподходящими. Штамповали лущеный шпон различной толщины из бука, дуба, сосны

и габуна при числе оборотов эксцентрика $n = 118$ в минуту, высоте хода в 12 мм, диаметре штампа в 108,3 мм.

При $\beta = 90^\circ$ и $\alpha = 60^\circ$ наступило сильное сплющивание кромки древесины, превышающее предел упругости древесины. Получалась остаточная деформация материала. В общем выяснилось, что изменение угла α имеет сравнительно второстепенное значение, однако наименьшие размеры угла заострения α дают наиболее чистый рез. Опыты показали, что наиболее удовлетворяют условия при $\alpha = 75^\circ$.

Влияние угла заострения β матрицы на давление. Опыты показали, что процесс резания начинается снизу, со стороны матрицы. При $\beta = 90^\circ$ получалось расщепление краев материала, благодаря чему пришлось β уменьшить. Работа при уменьшенном угле β требовала также и уменьшенного давления. Хорошую работу показал угол $\beta = 45^\circ$, но наиболее чистый рез дал угол $\beta = 30^\circ$.

Береза. Далее наблюдали работу штампа на березе при угле матрицы $\beta = 30^\circ$ и углах α , равных 90° , $83,5^\circ$, 75° и 60° . Штамповали не только шпон, но и клееную фанеру, причем в качестве образцов для последней были взяты трехслойка и пятислойка. Оказалось, что при равной толщине шпона и клееной фанеры последняя требует силы давления, от 20 до 50% большей, нежели шпон. Повидимому тут сказывается сопротивление материала, усиливаемое слоем затвердевшего клея и уплотнением шпона благодаря высокому давлению фанероклеильных прессов.

Березовая фанера представляла собой 5-миллиметровую трехслойку и 6- и 7-миллиметровую пятислойку. В трехслойке имеется 2 прослойки клея, в пятислойке 4. Это увеличение числа прослоек клея увеличило затраченное срезающее усилие на 20—25%. Выяснилось, что наиболее выгодный угол заострения матрицы равен 75° , а матрицы 30° .

Таким образом получаем практический результат опытов со штамповкой шпона и клееной фанеры. При найденных углах заострения фанера до 8 мм дает весьма чистую штамповку, что особенно ясно видно на более твердых породах, в том числе и березе.

Начиная с толщины в 10 мм уже замечалось расщепление кромки материала. Помимо подходящего режущего инструмента для достижения безукоризненной штамповки необходимо еще соблюдать правильное соотношение между диаметром и толщиной изготавливаемого предмета.

Обыкновенно считают, что сидения для стульев штампуются под давлением в 40 000 кг, причем пробиваются лишь дыры, между тем как окружность сидения до сих пор выпиливают пилой. Найденная конфигурация режущего штамповального инструмента пригодна для штамповки предметов самых разнообразных очертаний, в том числе и для штамповки окружности сидений. При таком инструменте штамповка сидения, изготавливаемого из 3,5-миллиметровой буковой трехслойки, потребует усилия лишь в 5 000 кг.

Наконец следует остановиться на влиянии, оказываемом на штамповку высотой хода крейцкопфа или иначе высотой хода патрицы. В описанных опытах применялся минимальный ход в 12 мм. Это казалось наиболее выгодным, так как минимальному ходу крейцкопфа соответствует минимальная скорость резания. Скорость резания в пределах толщины штампосного материала колеблется от величины, зависящей от толщины материала, до нуля. Обуславливается это тем, что нижняя мертвая точка патрицы граничит с линией режущей кромки матрицы (в действительности патрица в целях достижения безукоризненного реза въезжает в матрицу на 0,05 мм). По мере опускания скорость движения колеблется от нуля до некоего максимума и от максимума до нуля. Большая высота хода дает лучшее срезающее усилие, но выигрыш этот настолько незначителен, что от увеличения высоты хода нужно отказаться, тем более, что малая высота хода дает чистый рез.

Вывод. Можно констатировать, что:

1) режущий инструмент, употребляемый для штамповки металлов при штамповальной работе, к древесине применен быть не может;

2) наилучшее качество работы и наименьшее срезающее усилие получается при употреблении патрицы с углом заострения $\alpha = 75^\circ$ и матрицы $\beta = 30^\circ$;

3) для клееной фанеры требуется сила давления на 20—50% больше, чем для обработки шпона; удвоенное количество прослоек клея влечет за собой дальнейшее возрастание давления на 20—25%;

4) на штамповку круглого сидения (окружности) требуется давление в 5000 кг.

ИСТОРИЯ ФАНЕРНОГО ПРОИЗВОДСТВА

До нашей эры

В древности фанера служила главным образом для украшения поверхностей и совершенно не было попыток использовать ее для художественных рисунков и тем более для увеличения прочности и долговечности материалов. Дошедшие до нас данные о первых шагах фанерного искусства настолько отрывочны, что о способах обработки и применения фанеры возможно судить только по немногочисленным шедеврам, сохранившимся в гробницах древнеегипетских фараонов. Среди них есть предметы, изготовленные в XV и XIV вв. до нашей эры.

Кроме мебели найдены были еще остатки ручного инструмента, служащего для изготовления фанеры. Под фундаментами многих храмов найдены были жертвенные приношения строителей. Очевидно существовал обычай, что участвующие в постройке данного здания мастера при закладке фундамента клали под него определенные инструменты с целью снискания содействия богов благополучному окончанию постройки храма или здания.

Создается впечатление, что применение фанеры представляло привилегию фараонов. Другими словами, венитованная мебель видимо считалась наиболее ценной, и поэтому ею пользовались лишь богачи. В Египте и в Вавилоне известны были инкрустации и фанерные и резные работы. По сохранившимся данным видно, что занимавшиеся этими работами мастера, как и многие из их преемников, пользовались славой больших художников.

Одно из наиболее полных описаний применения фанеры в древности принадлежит Плинию Старшему, жившему в раннюю эпоху Римской империи. Вот что он говорит по этому поводу¹:

«Дерево, особенно буквое, легко поддается обработке, несмотря на свою ломкость и мягкость. Разрезанное на весьма тонкие слои, оно чрезвычайно гибко. Однако оно употребляется только для изготовления ящиков и ларей».

Дерево каменного зимнего дуба разрезается на фанеру замечательной тонкости. Окраска ее при этом отнюдь не невзрачная.

Лучшими из древесных пород, распиливаемых на тонкие слои и употребляемых в виде облицовочной фанеры для покрытия

¹ Плиний, Естественная история. Т. XVI, гл. 84.

слоев другого дерева, являются лимонное дерево, различные виды клена, самшит, пальма, каменный зимний дуб, сабуксовый корень и тополь. В березовой и ольховой древесине тоже встречаются свилеватые части, которые таким же образом, как и лимонные и кленовые кряжи, распиливаются на тонкие листы. В остальных породах такие части для этой цели непригодны. Средняя часть ствола обнаруживает наибольшую неравномерность, и чем ближе к корню, тем мельче и извилистее линии волокон. В целях удовлетворения потребностей роскоши это явление было использовано для покрытия слоем ценной породы дерева простых пород. Для использования кряжа полностью была изобретена его распиловка на тонкие дощечки — на фанеру.

Эпоха Возрождения

В средние века искусство венирования пришло в упадок и только во время Возрождения мы встречаемся с явными следами нового расцвета этого древнего мастерства. К концу яacobинского периода применялась фанера с вихревым узором, получаемым путем поперечной распиловки мелких ольховых узлов. В этот период впервые встречаются также следы применения ореховой фанеры, — впрочем еще в ограниченном количестве, так как орех был очень дорог и считался наполовину ценной породой. Распиловка дерева на фанеру и в этот период и в древности производилась ручным способом. Дерево распиливалось так тонко, как это допускалось известными в то время рабочими методами, причем требуемое уменьшение толщины достигалось дополнительной обработкой путем строгания, скобления и шлифовки. Найдены также доказательства, что фанерные мастера посредством клея или клиньев укрепляли толстые пиленные фанерные листы и затем обрабатывали их до требуемых размеров. Можно себе представить, какой огромный труд и сколько терпения приходилось тратить на производство фанеры при старых и примитивных методах ручного труда, если учесть, что наиболее художественные рисунки получаются при радиальном срезе.

На предметах XVI в. впервые встречаются так называемые двойные узоры и симметрически составленная фанера. Это заставляет предполагать разделение текстуры на две или четыре части, а кроме того применение фанеры, снятой с близких между собой частей кряжа, дающих почти одинаковый узор. Две смежных более или менее толстых доски только в редких случаях имеют одинаковый рисунок, между тем как шесть или восемь тонких, снятых с одного кряжа фанерных листов настолько сходны по текстуре, что даже специалисту иногда трудно установить порядок их расположения в кряже.

Мода на мебель с поверхностями, образуемыми из овала и четырех прилегающих треугольных частей (см. рис. 18), по всей вероятности возникла в подражание резным поверхностям яacobинского периода.

Из истории искусств мы знаем, что в XVIII в. была мода на французскую мебель с инкрустациями и фанерной работой и что в грегорианском периоде особенно ценилась фанера из красного и атласного дерева.

Новейшее время

Круглая пила была изобретена в 1805 г., вскоре после изобретения паровой машины. До этого времени все пильные работы производились различного рода ручными пилами. Только после изобретения круглой пилы был сконструирован первый тип ножевого или строгального станка, с помощью которого можно было строгать толстый шпон, пригодный для производства коробок и украшений. Этот станок состоял из большого механического струга, приводимого в действие паровой машиной. Это механическое приспособление не имело однако успеха, так как достигаемые им результаты оказались неудовлетворительными.

Современная круглая пила имеет тот недостаток, что потери в толщине древесины на пропилах значительно превышают толщину фанерных листов. Этот недостаток в конце концов привел к конструированию сегментной пилы.

Во вторую половину XIX в. распиловка фанеры была заменена строжкой на станке новой конструкции, в котором кряж надвигается на нож или нож подводится к кряжу в поперечном направлении к волокну. При этом нож снимает тонкий древесный слой. Этот рабочий процесс, называемый строганием, является первым рациональным механическим способом производства фанерного шпона и до сегодняшнего дня применяется для получения наиболее ценной фанеры, при изготовлении которой особое значение придается текстуре и получаемому рисунку.

Новейший метод производства фанеры — это разворачивание кряжей на сушильном станке в виде сравнительно широкой ленты шпона, которая снимается с кряжа цилиндрической формы по всей его длине. Это — наиболее распространенный в настоящее время способ производства слоев фанеры, за исключением разве тех случаев, когда особое значение придается текстуре.

Более старые типы строгальных станков представляют для нас интерес лишь постольку, поскольку по ним можно проследить эволюцию современных станков, рассматриваемых в следующих главах.

НОВЕЙШИЕ СПОСОБЫ ПРОИЗВОДСТВА ФАНЕРЫ

Чтобы легче было следить за описанием применяемых в практике методов производства фанеры, прежде всего дается схематический очерк различных способов производства. При этом указывается расположение получаемых листов в разрезаемом бревне. Кроме того наряду с схематическим описанием применяемых для этой цели станков рассматриваются основные принципы различных методов разработки.

Затем последует подробное описание современных фанерных заводов, иллюстрируемое снимками, причем особое внимание уделяется тем странам-производителям, в которых практикуется выделка фанеры из древесины одной и той же породы по различным методам.

Расположение шпона в кряже

До настоящего времени существуют четыре различных способа разработки кряжа на фанеру (см. рис. 23—26). По количеству получаемого фабриката преобладает способ разворачивания кряжа на лущильном станке. По этому способу изготавливается не только фанера без рисунка, но и целый ряд видов фанеры с красивой текстурой. В процессе лущения шпон снимается с кряжа по спирали, аналогично разворачиваемой с рулона бумаге. Так как годовичные кольца в кряже никогда не бывают совершенно концентричными, то лущеный фанерный лист состоит из частей различных годовичных колец, особенно отчетливо различаемых в дубовых, ясеневых и еловых фанерах.

Далее существует способ выработки фанерного листа путем строгания, которым обыкновенно пользуются

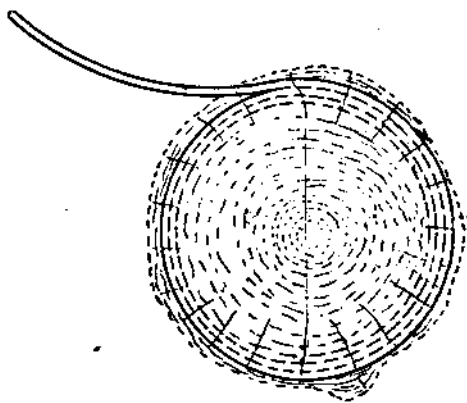


Рис. 23. Производство лущеного фанерного шпона путем разворачивания круглого чурака после оцилиндровки.

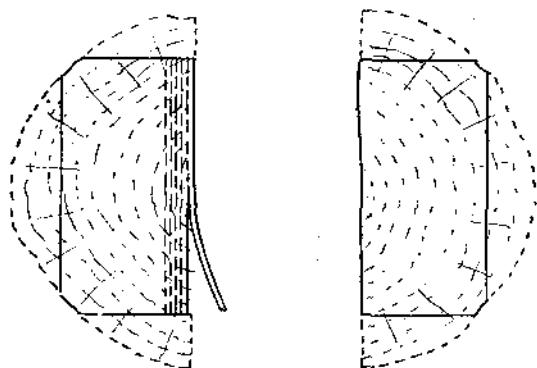


Рис. 24. Производство ножевого фанерного шпона путем строгания половинок или четвертин края. Текстура смежных листов шпона почти одинакова

ного на четвертины края, но чаще всего он снимается согласно рис. 24.

Самым старым из всех существующих способов является производство фанеры при помощи сегментной пилы, но в Америке способ этот применяется лишь для получения дубового шпигеля. В Германии дуб, груша, бук, красное дерево, палисандр, бразильское розовое дерево разрабатываются для определенных целей не сегментной пилой, а при помощи фанерной пилы.

На опилки теряется приблизительно то же количество древесины, которое уходит на получение шпона. С экономической

при разработке красного дерева и других пород с красивой текстурой. Фанерные листы срезаются с гладкой поверхности вырезанного из края сегмента.

Разрез проходит по большому или меньшему количеству годовых колец, смотря по расстоянию от центральной линии края. Иногда шпон снимается в радиальном направлении с разделан-

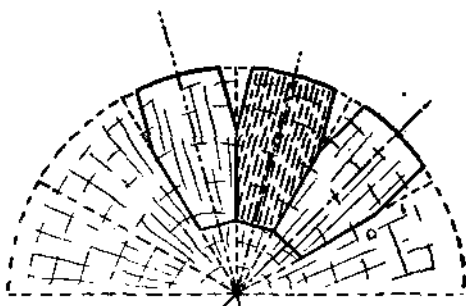


Рис. 25. Разделка края на сегменты

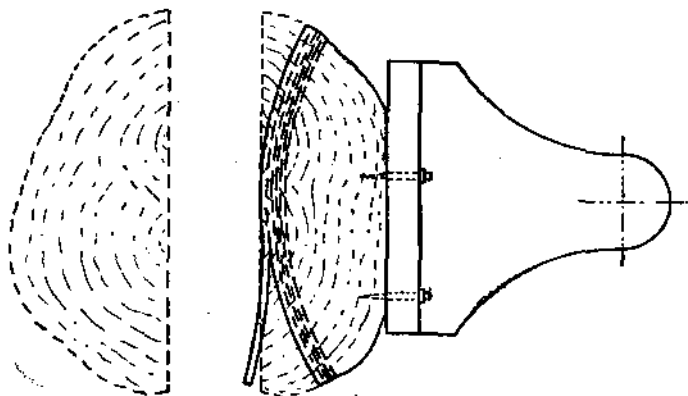


Рис. 26. Схема лущения в полдерева. Смежные полосы шпона получают с одинаковым рисунком

точки зрения такой способ весьма иррационален и применяется только для пород, не поддающихся разработке другими способами, или же в тех случаях, когда к фанере предъявляются особые требования, осуществимые лишь путем распиловки.

Существует еще один способ добывания фанеры, так называемый способ лущения в поперек.

Разрезанный на две половины чурок закрепляется на эксцентрической державке, которая в свою очередь укреплена во вращающихся шпинделях лущильного станка. В результате получается возможность лущения с увеличенным диаметром.

Получаемый таким путем шпон можно снимать как снаружи к сердцевине, так и изнутри к наружной стороне.

Станки для отделения шпона от кряжа

По способу производства в настоящее время различают три вида фанеры: пиленую, ножевую и новейший вид — лущеную.

Сегментная пила. Несомненно пиленая фанера была известна еще в глубокой древности, когда фанерные листы изготовлялись посредством ручных пил и затем рубанком обстругивались до требуемой минимальной толщины. Изобретение в XIX в. круглой пилы создало возможность распиливать фанеру на любую толщину. Круглая пила состояла из сравнительно толстого металлического диска с довольно большим разводом. При работе на этой пиле большая часть материала превращалась в опилки, меньшая — в фанеру. Это обстоятельство привело в 1808 г. бельгийца Макса Изамбара к мысли сконструировать сегментную пилу. Рациональная работа на этой пиле обеспечивает возможность уменьшить пропил до 1,6, а иногда даже до 1,27 мм.

В Европе чаще всего применяют фанерные пилы, аналогичные горизонтальным лесопильным рамам, с тонкой лентой и мелким зубом. Потери на опилки на этих пилах не превышают потерь на американской круглой пиле.

Наибольшая доля американского производства фанеры на сегментных пилах падает на шпигель из радиально разрезанного дуба. Объясняется это тем, что все американские породы, за исключением дуба, можно обрабатывать на ножевых станках, не опасаясь растрескивания. Только 5% всей фанерной продукции в Америке получается путем распиловки. Дубовый шпигель получается в результате реза в плоскости сердцевинных лучей, горизонтальные клетки которых при разработке на строгальном станке легко трескаются. Стоимость фанеры из дубового шпигеля, полученной путем строжки, ниже стоимости пиленой фанеры, так как в нее не входят потери на опилки, но она по качеству часто ниже пиленой.

Сегментная пила обычно состоит из большой литой шайбы, к которой прикреплено довольно большое число узких сегментов пильного диска (рис. 27). Такое устройство дает возможность применения весьма тонких дисков с ничтожным разводом зубьев, так как снимаемые фанерные листы достаточно тонки, чтобы

их можно было отгибать конической шайбой. Распиливаемый кряж прикрепляется к каретке, движущейся взад и вперед. В станке предусмотрено приспособление для точнейшей, до части миллиметра, регулировки расстояния каретки от пильного диска. Обычно при обратном движении расстояние между диском и кряжем увеличивается, для того чтобы кряж мог свободно миновать диск. Само собой разумеется, что отдельные сегменты пилы

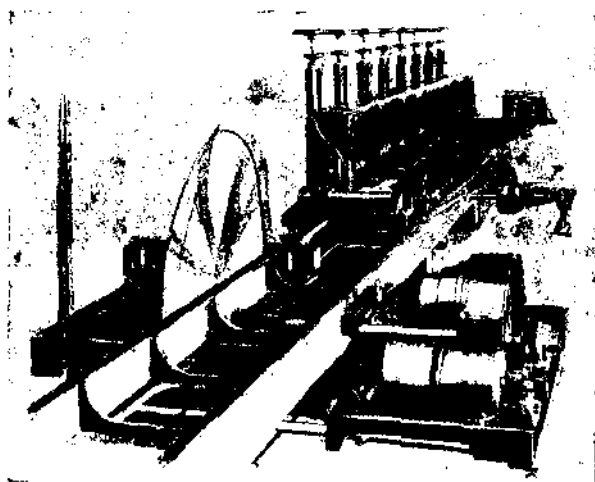


Рис. 27. Американская сегментная пила. Пильный диск показан со стороны распиливаемой древесины; сзади — каретка

должны быть укреплены на шайбе весьма тщательно. Развод зубьев производится вполне опытным рабочим, умеющим добиться минимальной шероховатости реза.

После сушки распиленная на сегментной пиле фанера снова складывается в одно целое, перевязывается и маркируется.

Еще в 1875 г. энциклопедический словарь Мейера дает описание способа производства пиленной фанеры, который практиковался в Европе. Там сказано:

«Обыкновенная, довольно толстая фанера выпиливается в количестве 8—10 листов из 25-мм доски, причем толщина отдельных листов составляет приблизительно 1,25—1,5 мм, а половина материала теряется на опилки. Однако бывает и фанера в 0,5 мм толщины.

Извилистая узорчатая структура древесины, обуславливающая ее ломкость, требует тонкого пильного полотна с небольшими и слабо разведенными зубьями. На мелких производствах распиловка производится вручную, на более крупных — пильными станками, которые наиболее целесообразно приводить в движение паром и которые имеют по одному единственному пильному полотнищу. Последнее установлено горизонтально, зубьями книзу

и производит до 300 резов в минуту. После каждого реза брусок с помощью особого механизма поднимается на небольшое расстояние по направлению к пиле. Для хорошего действия пилы ее следует каждые 10—20 минут точить напильником. В фанеропильных станках с круглой пилой диск имеет диаметр в 1,5—5,5 м и изготавливается из литого железа. К окружности диска прикрепляются или навинчиваются от 10 до 30 снабженных зубьями сегментов листовой стали шириной в 180 мм и больше. Окружная скорость пилы — от 21 до 24 м/сек. Часто круглая пила состоит из цельного диска, толщина которого уменьшается от центра к окружности. Существует даже специальная конструкция, в которой режущая кромка диска настолько тонка, что работает наподобие ножа с насечкой».

Фанерострогальный станок. Отпад половины ценного материала в виде опилок стимулировал изобретение специального строгального станка, в первом своем выполнении припавшего форму громадного струга, приводимого в действие паром.

Ножевой станок горизонтальной конструкции был изобретен во Франции в первой половине прошлого столетия, когда там наблюдались уже расцвет венировки мебели и надо было устранить большие потери на пропил при распиловке дерева фанерными пилами. Эти потери оказывались особо чувствительными при обработке ценных пород дерева. Впервые этот станок был усовершенствован парижанами Бернье и Арбейем, применившими для движения салазок вперед и назад кривошипную передачу. В Германии последний применяется теперь только для самых малых ножевых станков (при изготовлении дощечек сигарных ящиков). В Америке же этот принцип сохранился до сих пор, правда, для станков вертикального типа, причем в кинематическом смысле движение заменено обратным, т. е. вместо движения ножа вверх и вниз движется дерево, а нож укреплен неподвижно. Что от этого может пострадать точность толщины фанеры вследствие необходимости иметь зазор у направляющих салазок для дерева, — об этом спорить вряд ли приходится.

Станки Арбея были впоследствии усовершенствованы Ципперлингом в Гамбурге и несколько десятилетий тому назад Флекком в Берлине настолько, что на них можно изготовлять без изломов шпон толщиной от 0,05 до 10 мм.

В 1875 г. в энциклопедическом словаре Мейера по поводу такого станка сказано:

«На фанерострогальном станке разрабатываемый брус движется под большим стругом, или же вдоль неподвижного бруса движется взад и вперед горизонтальный или вертикальный струг. Нож целесообразно устанавливать под углом в 80° к направлению движения и наклоном к поверхности дерева в 15°. Скорость его равняется 250 мм/сек. Работа облегчается, если дерево путем предварительного распаривания размягчается».

Вырабатываемый стругом шпон употреблялся для декоративных целей. Способ этот не давал возможности резать древесину перпендикулярно к волокну. В этом случае древесина неизменно

трескалась или ломалась. Из этого станка постепенно развился фанерострогальный станок, в котором соответственным образом прикрепленный нож движется по направлению разрабатываемого на фанеру кряжа. Ясно, что при таком способе нет потерь на опилки, и кряж разрабатывается на фанеру почти без остатка, благодаря чему достигается значительная экономия материала.

На рис. 28 изображен фанерострогальный станок американского типа с вертикально поставленным ножом, на рис. 29—стро-

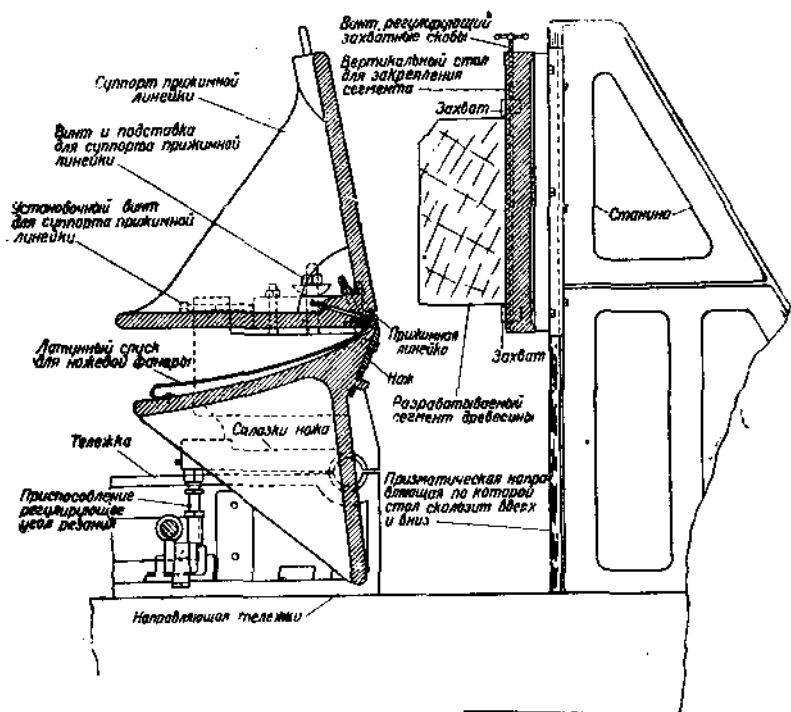


Рис. 28. Разрез американского фанерострогального станка. С левой стороны — схема ножевого механизма, с правой — подвижной стол для бруса. Брус для наглядности изображен на некотором расстоянии от ножа

гальный станок немецкого типа с горизонтальным ножом. В обоих станках разделяемый кряж закрепляется на массивной опоре. В первом случае кряж подается к ножу по диагонали, между тем как во втором случае наклонно установленный нож движется по направлению к кряжу. Таким способом производится поперечный к волокнам срез, при котором расщепление дерева понижается до минимума, и получается гладкая поверхность, особенно при разработке суковатых частей, развилин, пней, корней и т. п., которые часто приходится строгать под острым к направлению волокон углом.

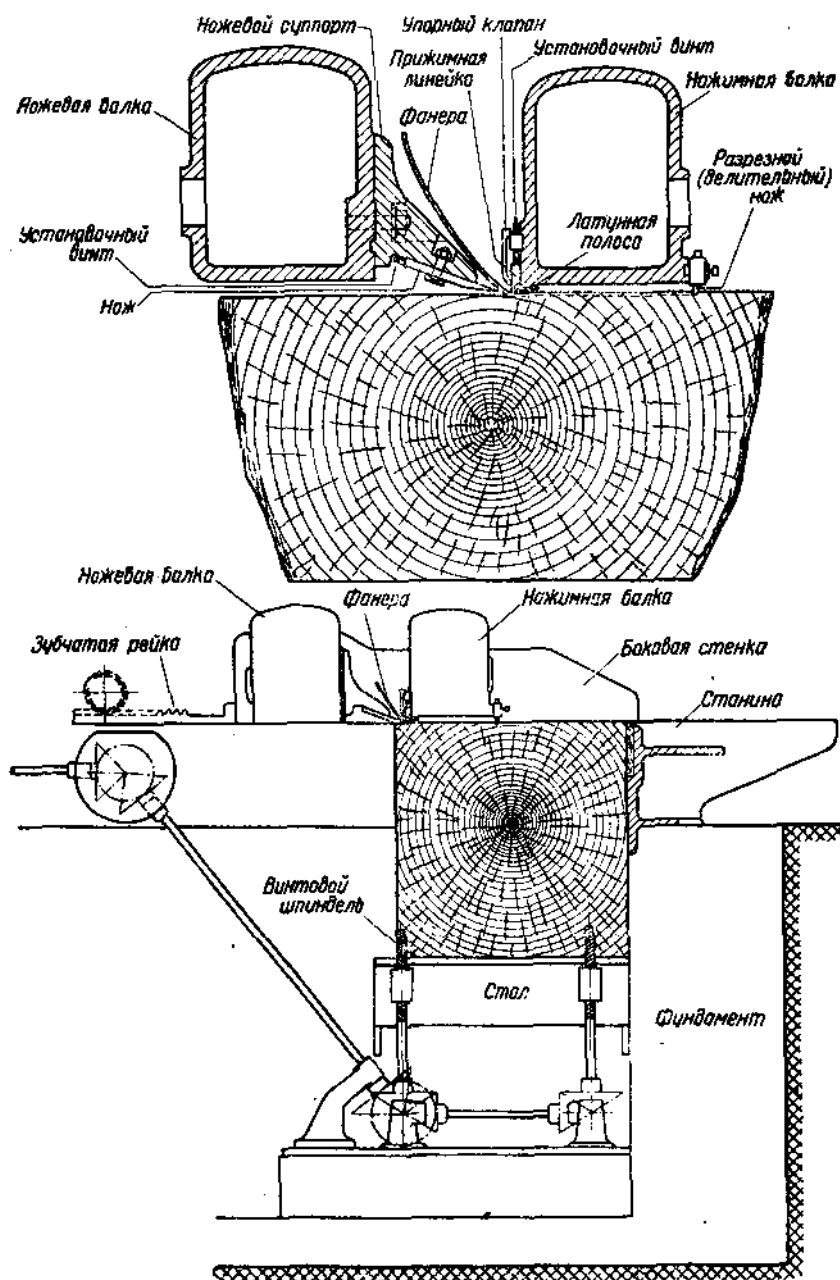


Рис. 29. Тяжелый фанерострогальный станок немецкой конструкции. Нижняя часть рисунка показывает общее расположение, верхняя — в увеличенном виде схему режущего механизма

Для получения шпона требуемой толщины предусмотрено приспособление для подачи, надвигающее при обратном ходе нож на край или наоборот. Легко понять, что производство фанеры на строгальном станке не только устраняет потери на опилки, но что последовательно получаемые таким путем фанерные листы почти однородны по текстуре и окраске.

Из всего количества поступающей на рынок фанеры пожевая фанера составляет не более 5%. Нельзя однако не отметить, что на строгальном станке фанерные листы получаются немного изогнутыми и что вследствие этого поверхностные волокна слегка растрескиваются, между тем как при пилении волокна не подвергаются изгибу и пиленая фанера получается абсолютно плотной.

В Америке пожевая фанера в редких случаях изготавливается — толще 2,11 мм. В Германии тонкая фанера до 2 мм и меньше изготавливается лишь из ценных пород. Прочие породы — сосна, ель, габун и т. п. — с успехом разрабатываются на пожевую фанеру толщиной до 4 мм, а для специальных целей, например для выделки столярных плит, даже до 10 мм. Для изготовления ее применяют конструируемые в Германии тяжелые строгальные станки для горизонтальной строжки.

Лушильные станки. По третьему и сравнительно новому способу производства фанеры на лушильных станках изготавливается почти 90% всей продукции.

Круглолушильный станок изобретен больше 100 лет тому назад. Повидимому здесь, как и во многих других выдающихся изобретениях, мы имеем дело с фактом параллельного (одновременного) изобретения, причем одно изобретение приписывается англичанину Фэверйеру в 1818 г., а другое проф. Г. Фишеру в 1819 г. в Ревеле. Это были машины без прижимных линеек по типу применяющихся еще и теперь примитивных лушильных станков для спичечного производства.

Для получения более длинного и тонкого шпона круглолушильный станок был усовершенствован французом Гараном; его конструкция изображена и описана Н. В. Экснером в его справочнике-руководстве «*Werkzeuge und Maschinen zur Holzbearbeitung*». Здесь мы находим уже предшественника прижимной линейки — плоскую рейку, но повидимому возможности лущения без надломов путем придания соответствующей формы грани прижимной линейки Гаран еще не осознал. Для тонкого шпона, который более или менее поддается лущению без надломов даже и при отсутствии прижимной линейки, тогдашняя конструкция возможно была достаточной. Значительное усовершенствование круглолушильного станка было проведено только в середине восьмидесятых годов в Германии. Пришлось прежде всего доказывать заинтересованным лицам, что даже толстые и гладкие фанеры без надломов для сигарных ящиков и т. п. можно изготавливать при помощи правильно выбранной прижимной линейки и соответствующей конструкции станка.

Примерно с этого времени вопросом усовершенствования при-

митивных до того круглолущильных станков занялись также и американские машиностроительные заводы. При этом они пошли другими путями. Они например располагали лезвие ножа выше оси чурака.

Так как при лущении кряж закрепляется на станке и приводится во вращательное движение, касаясь ножа своей окружностью, то ясно, что текстура дерева отходит при этом на задний план. Именно по этой причине способ лущения редко применяется при изготовлении фанеры из ценных пород, а уместен лишь для производства простой или гладкой фанеры. Здесь конечно существуют исключения. Так например, выделка лущеной фанеры из клена с радиальными пятнами, называемого птичьим глазом, дает прекрасные эффекты.

Лущение вызывает в древесине значительно большее напряжение, чем пиление и строгание, так как фанерный лист, снимаемый с окружности кряжа, разгибается и сушится в плоском положении. Внешняя сторона фанеры при этом подвергается напряжению на сжатие, а внутренняя — на растяжение. Это явление в преувеличенном виде изображено на рис. 30. Трещины, получающиеся в результате указанных напряжений, мы называем трещинами поверхности среза. Тонкий шпон, на котором эти трещины еще заметны, считается плотно срезанным, в то время как шпоны более толстые — приблизительно в 3,2 мм и больше — дают трещины, легко заметные для глаза. Такой шпон обозначается как неплотно срезанный.

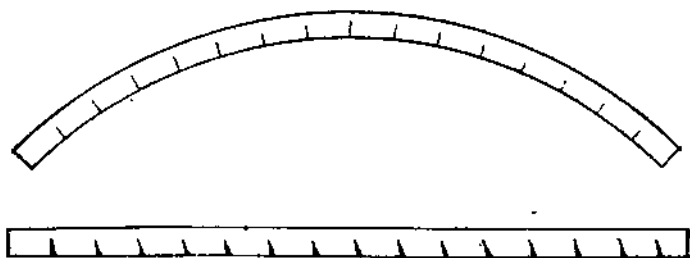


Рис. 30. Преувеличенное схематическое изображение причины появления трещин на нижней стороне лущеного шпона

Степень плотности среза толстого шпона зависит от квалификации рабочего-станочника, при условии конечно, что станок правильно установлен и нож в безупречном состоянии. В переклейке шпон обычно кладется выпуклой стороной кверху; таким образом скрываются трещины на вогнутой стороне и вместе с тем усиливается связующее действие клея.

Современный фанеролущильный станок (рис. 31) представляет собой тяжелую, солидную конструкцию, отдаленно напоминающую огромный токарный станок, с крепкими центрами, или кулачками. В устарелых или более легких станках кулачки вгоняются в торцы кряжа вручную, в новых конструкциях закрепление чурака происходит механическим путем. Таким образом чурак

получает прочную опору. Кряж приводится во вращение в сторону режущей кромки ножа. Снимаемый шпон выходит из станка в виде широкой ленты между режущей кромкой ножа и устанавливаемой прижимной линейкой. Ширина ленты ограничена небольшими разрезными (делительными) ножами, двигающимися вперед одновременно с луцильным ножом. Правильная точка ножа, его установка и установка прижимной линейки представляют трудную работу, требующую опыта и сноровки.

В общем можно сказать, что максимальная толщина шпона, изготавливаемого на таких луцильных станках, равна 7,9 мм ($\frac{5}{16}$ "), а в некоторых случаях даже 9,5 мм ($\frac{3}{8}$ "). Так как выработка больших толщин даст низкосортный шпон, то такой толстый шпон обычно употребляется лишь в качестве серединок или в таких местах, где он не виден.

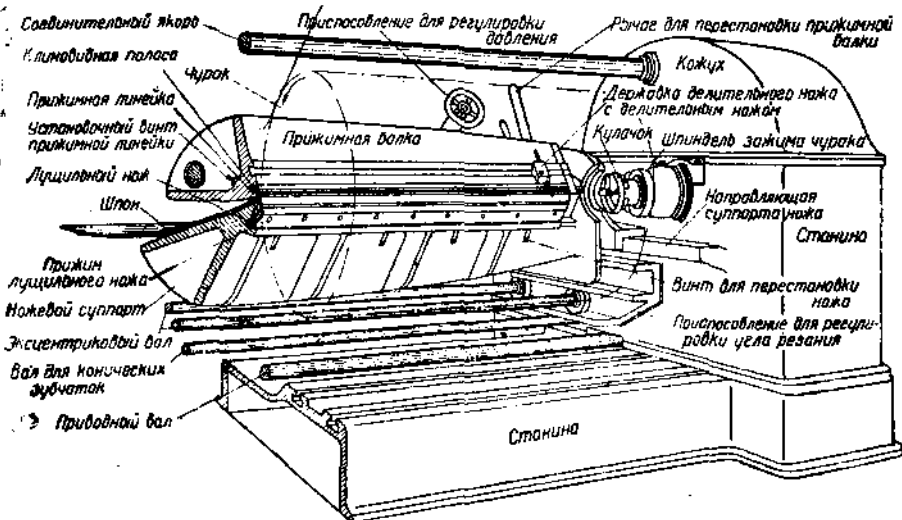


Рис. 31. Перспективная схема луцильного станка. Бревно изображено пунктиром и как бы прозрачно

Лушение безусловно является наиболее быстрым рабочим процессом, но исключает получение красивой текстуры листов. Оно является наиболее дешевым и рентабельным способом производства, так как вращательное движение дает возможность непрерывного снятия шпона в доступных для обработки размерах.

Лушение в полдерева. Способ лушения в полдерева наглядно изображен на рис. 32. На обыкновенном луцильном станке устанавливаются эксцентрические планшайбы, между которыми прикрепляется на специальной державке (балке) разрабатываемая древесина. Практически лушение производится так, как будто шпон снимается с ряда сегментов, прикрепленных к боковой поверхности большого цилиндра. Этим приспособлением можно не только увеличить диаметр среза, поскольку это допускается кон-

перск волокон при отделении шпона от чурака. Трещины эти тем шире и глубже, чем тверже порода дерева. Пропарка и варка до известной степени ослабляют это явление, но устранить его совершенно они не в состоянии.

Так как шпон желательнее получить без трещин, при лущении прибегают к помощи прижимной линейки. Последняя представляет собой негнущуюся стальную рейку с ребром D , сдавливающим древесину не-

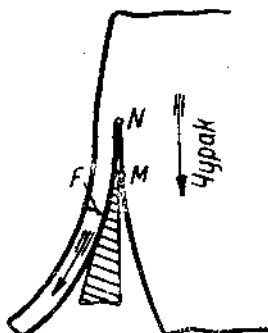


Рис. 33. Схема работы лущильного ножа без прижимной линейки

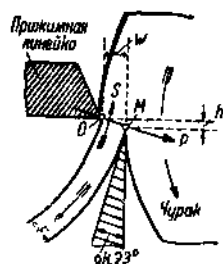


Рис. 34. Схема правильного расположения ножа и линейки

много выше режущей кромки M лущильного ножа (рис. 34).

Просвет W между линейкой и ножом должен быть немного уже толщины шпона F . Благодаря суженному просвету W между ножом и прижимной линейкой шпон в процессе резания сжимается, вследствие чего появляется сила P .

Давление P прежде всего зажимает до отказа образующуюся выше кромки ножа щель MN (рис. 33), так как направление силы P , совпадая с радиусом кривизны кривой D , проходит через кромку ножа M . Кромка ножа уже не раскалывает, а разрезает древесину, и шпон благодаря этому получается гладким.

Однако сдавливающее усилие P в то же время является причиной трения, оказывающего сопротивление S вращательному движению чурака. Трение это создает одностороннее сплющивание верхней стороны шпона и препятствует усиленному растягивающему напряжению на нижней стороне шпона, так что мелкие трещины образоваться там уже не могут.

Но шпон получается вполне безукоризненным лишь в том случае, если прижимная линейка правильно установлена по отношению к режущей кромке ножа, т. е. когда ширина W и высота h выбраны соответственно породе древесины и толщине шпона. В конечном счете в этом и заключается все искусство лущения. Регулировка — это вещь настолько тонкая, что усвоение ее требует продолжительных упражнений и большого опыта.

Германский инженер Иршик рекомендует для W и h следующие величины:

$$W \dots \dots \begin{cases} 0,7 F \text{ для мягких пород (габун, ольха, сосна)} \\ 0,8 F \text{ для твердых пород (дуб, бук, береза)} \end{cases}$$

$$h \dots \dots \begin{cases} \text{ок. } 0 \text{ мм для } F \text{ до } 1 \text{ мм} \\ \text{ " } 0,5 \text{ " " } F \text{ " } 2 \text{ " } \\ \text{ " } 1,0 \text{ " " } F \text{ " } 5 \text{ " } \\ \text{ " } 1,5 \text{ " " } F \text{ " } 8 \text{ " } \end{cases}$$

По данным механического отделения Ленинградского лесопромышленного научно-исследовательского института, степень обжима при различных толщинах березового шпона и при температуре чураков больше 30° выражается в следующих цифрах (табл. 42).

Таблица 42

Толщина шпона (в мм)	Меньше 0,5	0,5	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0	Больше 3
Степень обжима (в %)	0	7	13	18	22	25	27	до 30

Максимальный обжим для березы—ок. 35 %, для осины—ок. 45 %. Зависимость между высотой h и толщиной шпона такова (табл. 43):

Таблица 43

Толщина шпона F (в мм)	Меньше 0,5	0,5—1,0	1—1,5	1,5—2,0	2,0—2,5	2,5—3,0	Больше 3
Высота шпона h (в мм) . .	0	0,20	0,30	0,40	0,50	0,60	0,7—1,0

Величины эти можно получить также и путем расчета по формуле:

$$W = F \left(1 - \frac{\Delta}{100} \right),$$

где

W —величина просвета между линейкой и ножом,

F —толщина шпона,

Δ —степень сжатия в %.

Отсюда:

$$\Delta = \frac{F - W}{F} \cdot 100.$$

В станках новейшей конструкции имеются специальные приспособления, облегчающие регулировку степени обжима. В старых же станках со стороны станочников требуется немало ловкости и усилий для правильной установки линейки и ножа.

Для наглядности приводим три случая неправильной отрегулировки лущильного станка.

На рис. 35 кромка ножа выше ребра прижимной линейки. Давление P ниже режущей кромки ножа, вследствие чего щель раскалывания MN не сжата. Результат—шероховатый шпон. Шпон без всякой надобности сильно прижимается к лезвию ножа, и получающееся таким путем трение сильно затрудняет работу станка. При показанном на рис. 35 положении ножа и линейки не исключена возможность их прогиба.

Кроме того неправильная установка лущильного ножа и прижимной линейки может заключаться в том, что режущая кромка ножа M расположена слишком низко под прижимающим ребром D прижимной линейки, как показано на рис. 36. Сила давления P действует не по направлению к режущей кромке ножа, а значительно выше, и таким образом ничто не препятствует образованию щели MN . Шпон в данном случае получается шероховатым, так как по существу положение ничем не отличается от лущения без линейки. Прижимная линейка, надавливая на чурок, производит лишь бесполезное торможение станка.

Следует упомянуть еще про случай, когда положение ножа и прижимной линейки правильно, но зазор W слишком широк. В этом случае сила давления P отсутствует, и лущение опять-таки ничем не отличается от работы без прижимной линейки.

Совершенно понятно, что на практике эти три случая неправильного лущения встречаются не в такой резко выраженной форме, и поэтому вытекающие отсюда явления видны не с такой ясностью, как описано выше.

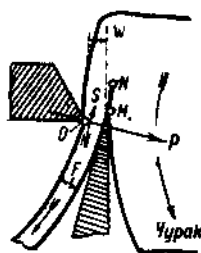


Рис. 35. Схема неправильного расположения линейки. Режущая кромка выше ребра линейки

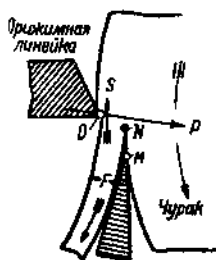


Рис. 36. Схема неправильного расположения линейки. Режущая кромка ножа расположена слишком низко

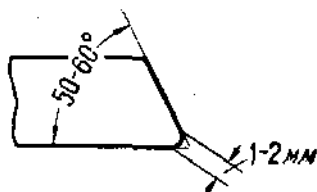


Рис. 37. Профиль линейки с двусторонне притупленным ребром

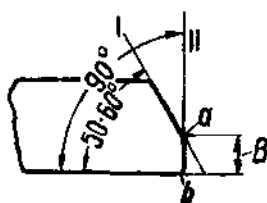


Рис. 38. Профиль линейки с прижимающей плоскостью

Прижимающее ребро линейки не должно быть слишком острым, так как действие острого ребра будет не прижимающим, а режущим, и кроме того будет скрести и рвать древесину. Скребущее действие возрастает с толщиной шпона и с мягкостью породы дерева.

Поэтому ребро линейки должно быть тем менее острым, чем толще шпон и чем мягче древесина. Многие конструктора предлагают двустороннее притупление ребра от 1 до 2 мм (рис. 37). Надо однако иметь в виду, что в этом случае затруднительна установка высоты h (рис. 34), измеряемой от середины закругления ребра линейки.

Во избежание этого затруднения некоторые предлагают про-

филь ребра линейки по рис. 38. Оправдывается такая конструкция тем, что при ней весьма легко установить ничтожную величину h . Фаски I и II легко отточить на ножеточке, а закругление кромок a и b делается от руки.

В зависимости от толщины шпона и степени мягкости древесины ширина фаски B выражается следующим образом (табл. 44):

Таблица 44

Ширина фаски B (в мм)	Толщина шпона F (в мм)	Степень мягкости древесины
1,5—2	до 2	мягкая
	„ 3	средн. твердость, твердая
ок. 3	до 3	мягкая
	„ 6	средн. твердость и твердая
4—5	до 6	мягкая

Такая прижимная линейка, снабженная не прижимающим ребром, а прижимающей плоскостью фаски, при малой величине h гарантирует не только безукоризненно гладкий, не испорченный скоблением шпон, но дает возможность лущить шпон без вибрации.

Перейдем к анализу напряжения, которое испытывает прижимная линейка и нож со стороны вращающегося чурака (рис. 39). Как уже было указано, в процессе лущения на чурак действует сила давления P и сила сопротивления трению S . Равнодействующей векторов P и S является сила D , реакция которой выразится равной ей по величине и противоположной по направлению силой D' , действующей на прижимную линейку. Усилие резания M вызывает равную и противоположную ему по направлению реакцию M' .

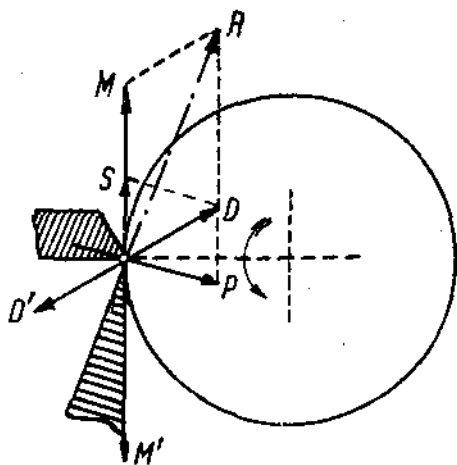


Рис. 39. Векторы напряжений, испытываемых ножом и линейкой

Прижимная линейка, нож и их суппорта должны оказывать силам D и M противодействие, достаточное для предотвращения вибрации и прогиба при лущении даже очень толстого шпона и весьма твердой древесины. Даже посередине линейки, где прогиб наиболее ощутителен, последний должен быть настолько ничтожным, чтобы не ослабить сплющивания шпона при проходе его через зазор между ножом и линейкой.

Обращенную к чураку боковую поверхность лезвия ножа мы показывали в виде касательной к окружности чурака. Э дей-

ствительности же положение ножа является не строго тангентальным. Хотя место соприкосновения ножа и чурака изображается в виде прямой линии, на самом деле это плоскость, ширина которой возрастает с увеличением толщины чурака. При тангентальном положении ножа кромка его слегка оттесняется от чурака, и в результате мы получаем слишком тонкий шпон. Оттеснение ножа уменьшается вместе с убыванием толщины чурака. Явление это особенно заметно на лущильных станках старых конструкций, где фаска ножа обращена не в сторону чурака. Противоположная фаске поверхность лезвия в процессе лущения быстро изнашивается, и износ этот не может быть обезврежен точкой ножа.

Именно поэтому все новейшие станки изготавливаются с таким расчетом, чтобы фаска ножа была обращена в сторону чурака. При такой конструкции износ каждый раз быстро устраняется на ножеточке. Кроме того, в современных станках нож не расположен по касательной к окружности чурака, а по секущей, в результате чего получается так называемый задний угол (германские специалисты его называют свободным углом резания) между фаской ножа и касательной к окружности чурака. На рис. 40 этот угол обозначен через α . Если конструкция лущильного станка такова, что суппорт ножа не может поворачиваться

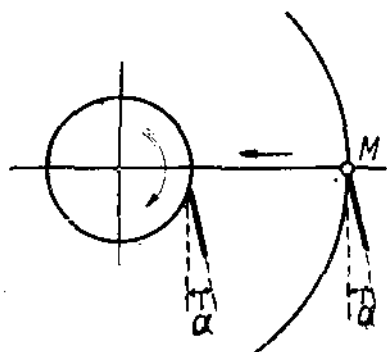


Рис. 40. Задний свободный угол резания лущильного ножа

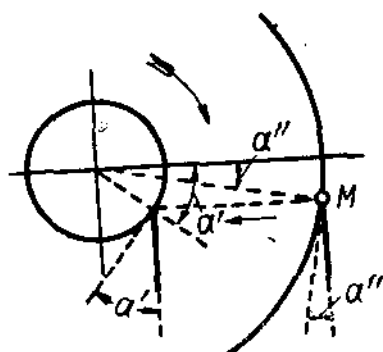


Рис. 41. Задний угол резания в случае перенесения режущей кромки ножа ниже линии центров чурака

и следовательно наклон ножа остается постоянным, а режущей кромке его придано поступательное движение по горизонтальной прямой, пересекающей центр чурака (рис. 40), — задний угол α остается неизменным для чураков любой толщины. В таких случаях угол этот равен примерно 2° .

При чураках диаметром до 50 см (береза, орех, бук, сосна) такая конструкция затруднений не вызывает, хотя и тут в конце лущения, когда диаметр чурака приближается к 10 см, угол $\alpha = 2^\circ$ уже слишком велик, и более желательно тангентальное положение ножа. Нож при этой конструкции слишком глубоко вре-

зается в древесину, кромка ножа отгибается к центру чурака, а зазор сильно расширяется, в результате чего получается слишком толстый и шероховатый шпон. Но было бы грубой ошибкой добиваться заднего угла α при горизонтально двигающемся суппорте путем перенесения режущей кромки ножа ниже пересекающей центр чурака горизонтальной линии (рис. 41). В этом случае задний угол с приближением кромки ножа к центру чурака увеличивается, и разница в толщине шпона в начале и конце разделки чурака будет слишком заметной.

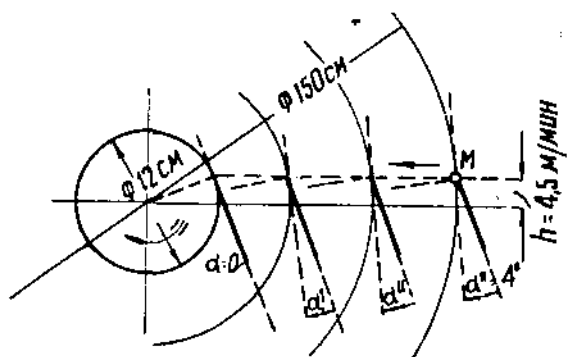


Рис. 42. Задний угол резания в случае установки режущей кромки ножа выше линии центров чурака

При лущении чураков большого диаметра необходима такая конструкция станка, при которой задний угол резания может быть изменен от максимальной величины в начале процесса лущения до минимума (т. е. почти до тангентального положения ножа) в конце этого процесса, когда диаметр чурака становится наименьшим.

Как видно по рис. 42, достигается это тем, что режущую кромку ножа устанавливают выше осевой линии шпичделей.

Если кромка ножа расположена над линией центров на $h = 4,5$ м.м., изменение заднего угла выразится в цифрах, приведенных в табл. 45.

Таблица 45

Диаметр чурака (в см)	Задний угол α
12	0°
20	1°40'
30	2°40'
40	3°51'
50	3°15'
70	3°35'
90	3°45'
110	3°53'
130	3°57'
150	4°

Изобразив изменение заднего угла графически, получим следующую картину (см. кривую 1 на рис. 43).

Но такое неравномерное изменение заднего угла нельзя считать удовлетворительным, поскольку оно очень велико для чурakov малого диаметра и незначительно для толстых чурakov. Идеальным было бы положение, которое в графике дало бы прямую линию (см. линию 2 на рис. 43).

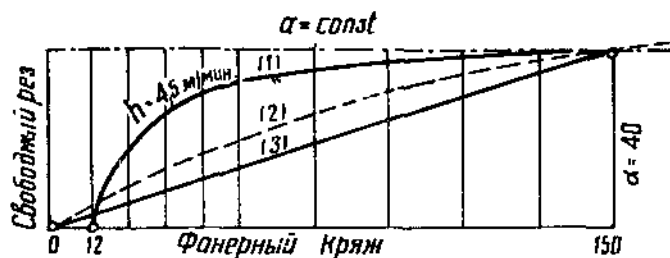


Рис. 43. Кривые изменения заднего угла резания

Наиболее удовлетворительно вопрос решен на станках американских фирм, где во время лущения суппорт ножа одновременно с поступательным движением совершает вращательное движение, имея центром режущую кромку ножа.

Это сложное движение изображено в виде кривой 3 на рис. 43 и в виде схемы на рис. 44.

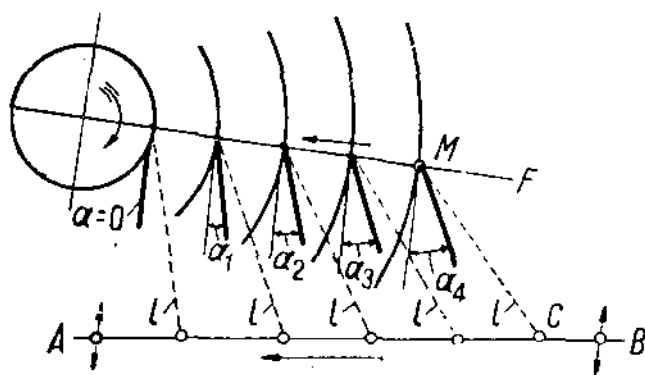


Рис. 44. Задний угол резания при сложном движении суппорта ножа

Кромка ножа движется по горизонтальной прямой, проходящей через центр чурака, а задняя часть суппорта перемещается по наклонным дополнительным параллелям AB . Приспособление это дает возможность изменять задний угол ножа более или менее равномерно.

Спиральи, по которым разворачивается шпон. Форма кривой, по которой шпон разворачивается на лущильном станке, зави-

сит от установки лущильного ножа по отношению к чураку. Продвижение ножа к центру чурака совершается всегда с одинаковой скоростью u и зависит от угловой скорости ω чурака. Кривые разворачивания чурака представляют собой либо эвольвенту либо ее разновидность.

1. Кромка ножа ниже осевой линии чурака. След ножа $ABCDE$ — эвольвента (рис. 45). Нижнее ребро прижимной линейки лежит на одинаковой высоте a осью чурака. Кромка ножа продвигается в горизонтальной плоскости. Чурак вращается вокруг своей оси O с угловой скоростью ω . Точки A и P , т. е. кромка ножа, движутся по прямой mn , касательной к основному кругу K , который одновременно является эволютой развертки круга, со скоростью u , зависящей от ω . Для ясности приведем следующий пример: допустим, что вокруг цилиндра с диаметром Q , расположенного концентрически к O , наматывается нитка, свободный конец которой соединен с ножом в точке P . Каждому обороту чурака соответствует путь $2a\pi = AE = EI$ точки P на линии mn . Если окружность основного круга K сделать равной толщине шпона δ , т. е. если диаметр основного круга $d = 2a = \frac{\delta}{\pi}$, или $a = \frac{\delta}{2\pi}$, то мы получим правильное положение ножа в случае, если кромка его лежит ниже чурака O на величину a . Все радиусы кривизны ρ полученной таким путем спирали лежат в момент резания ножа на mn . Они имеют постоянный центр M на окружности K . Касательные T_3, T_2 и т. д. перпендикулярны к mn .

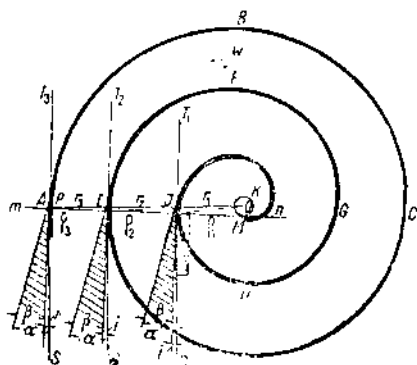


Рис. 45. Разворачивание шпона по эвольвенте.

Для ходовых толщин шпона теоретический радиус основного круга ничтожен, что видно из приведенной ниже табл. 46.

Таблица 46

Толщина шпона (в мм)	Теоретич. радиус основ. круга a (в мм)	Минимальный диаметр D каталки (в мм)
1	0,159	52
2	0,318	80
3	0,477	90
4	0,636	120
5	0,795	150
6	0,954	180
7	1,113	210
8	1,272	240
9	1,431	270
10	1,590	300

2. Кромка ножа движется по осевой линии чурака. След ножа $ABCDE$ представляет спираль Архимеда (рис. 46).

Эта разновидность эвольвенты получается, если линия mn проходит через ось вращения O , причем нить MP , движущая нож, начинается в точке P по параллели к mn на расстоянии a . Кромка ножа, связанная с ниткой в точке A , при вращении чурака и одновременной намотке нитки на основной круг K оставляет на разрезе чурака след в виде спирали Архимеда.

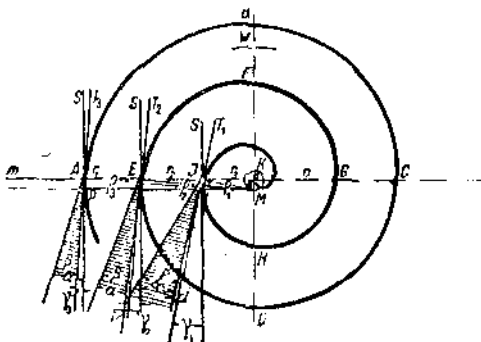


Рис. 46. Разворот шпона по спирали Архимеда

кривизны ρ в точках A , E и I по отношению к mn имеют различный наклон, составляя с ними в точке касания углы в 90° .

3. Иной путь кромки ножа — след ножа — тропическая спираль (рис. 47). Прямая mn имеет иное положение по отношению к оси чурака, чем у указанных выше спиралей, и кривая разворота шпона принимает тропическую форму. На рис. 47 изображена такая спираль, причем сохранен основной круг K . Горизонтальная линия mn лежит ниже оси вращения O . Прилегающая к чураку боковая поверхность ножа отклонена вправо от перпендикуляра S на угол $\gamma + i$. На рис. 47 ясно видно постепенное увеличение угла γ , т. е. отклонение ножа от правильного положения.

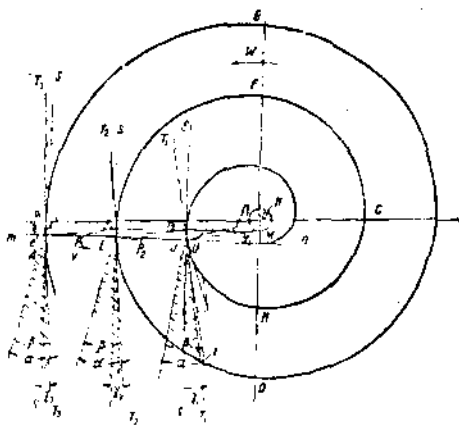


Рис. 47. Разворот шпона по тропической спирали

Гидравлический привод лущильных станков

Конструкторская мысль давно занята задачей увеличения производительности лущильного станка. Попытки к разрешению этой задачи сводились главным образом к стремлению ускорить самый процесс лущения и сократить время, затрачиваемое на закрепление чурака и выбрасывание каталки из шпинделей. Во

время лущения вместе с радиусом чурака убывает его окружная скорость, а следовательно и скорость движения выходящего из станка шпона. Для получения равномерной скорости движения выходящего из-под ножа шпона старались увеличить число оборотов чурака путем устройства шкивов с конусообразным ободом, по которому по мере убывания толщины чурака вручную или автоматически мог передвигаться приводной ремень. Такая конструкция оказалась неудобной, и вскоре перешли к приспособлениям, дающим возможность получить две ступени числа оборотов чурака при помощи трансмиссионного привода с двойным сцеплением. Более поздние конструкции предусматривали привод от мотора трехфазного тока с четверным переключением, в результате чего получалось четыре числа оборотов шпинделей. При наличии постоянного тока привод устраивался от шунтового мотора. Для сокращения времени, уходящего на зажим чурака и выбрасывание каталки, начали применять индивидуальные моторы.

Все эти мероприятия в той или иной мере увеличивали производительность лущильного станка, но наряду с этим сильно увеличились расходы по эксплуатации. Все же осталась уверенность, что использованы еще далеко не все заложенные в станок возможности. Мыслился такой идеальный случай, когда движение выходящего из-под ножа шпона будет абсолютно равномерным, для чего число оборотов зажимающих чурак шпинделей по мере убывания диаметра чурака должно возрастать не периодически и скачками, а строго равномерно.

Задача эта разрешена лишь сравнительно недавно путем приведения в движение лущильного станка и регулировки его при помощи гидравлического привода. Схема такого станка дана на рис. 48.

Чурак 27 получает вращательное движение от двух гидравлических механизмов d и d_1 (на каждый шпиндель по одному механизму), работающих при помощи масла. Необходимое для работы обоих механизмов давление осуществляется третьим, построенным по тому же принципу прибором, работающим наподобие насоса. Насос получает движение от индивидуального мотора a любого тока и напряжения или же при помощи обыкновенной ременной передачи. В последнем случае вместо мотора a на вал насаживается шкив. Масло от насоса b к приводным механизмам d и d_1 подается через трубопровод 9, механизм управления 10 и трубопровод 11. Загрузка маслом насоса b и приводных механизмов d и d_1 может по желанию меняться, причем малейшее изменение количества жидкости при неизменяющемся числе оборотов насоса b меняет число оборотов приводных механизмов d и d_1 . Поддача масла автоматически регулируется самим станком таким образом, что число оборотов механизмов d и d_1 постепенно и плавно возрастает, и окружная скорость шпинделей и чурака 27, а следовательно и скорость движения разворачивающегося шпона, остается на все время разделки чурака неизменной.

Конструктивно задача эта разрешена следующим образом. Вал 17 вращается от шпинделя c_1 при помощи зубчаток 15 и 18, связанных цепью Галля 16, и в свою очередь приводит в поступательное движение суппорт ножа e путем вращения двух суппортных винтов 20, приводимых в действие посред-

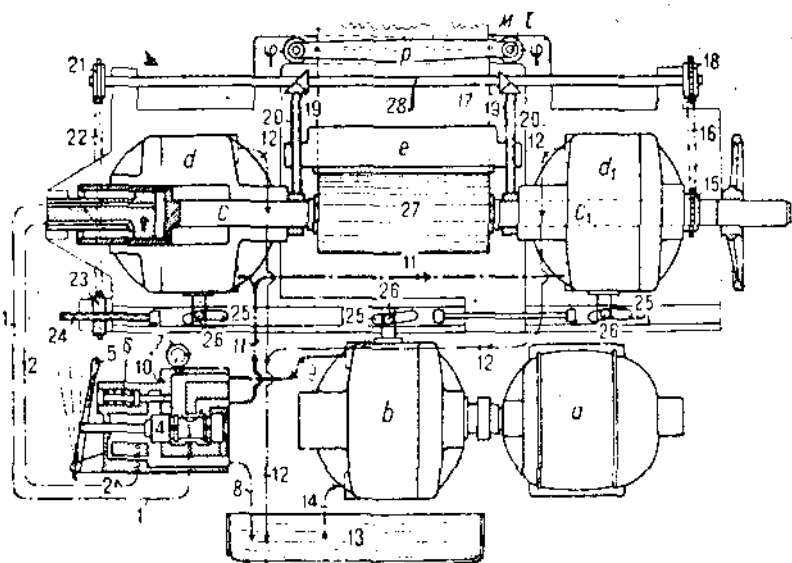


Рис. 48. Схема маслогидравлического привода лущильного станка

ством конических зубчаток 19. С суппортом ножа и шпинделями e при помощи гайки 23 и шпинделя 24 связана изогнутая регулирующая планочка 25, находящаяся таким образом в постоянной зависимости от радиуса разделяемого чурака. Регулирующая планочка своим строго рассчитанным закруглением скользит по роликам 26 и тем самым регулирует количество содержащегося в насосе b и приводных механизмах d и d_1 масла, а следовательно и число оборотов чурака, чем и осуществляется идеально равномерная скорость движения выходящего шпона. Скорость движения шпона устанавливается по желанию станочника. Она остается неизменной во время движения чурака, но может быть в случае надобности уменьшена или увеличена также и в процессе лущения.

Кроме изложенных свойств эта конструкция лущильного станка дает возможность существенно сократить время, идущее на зажатие и выбрасывание чурака, и позволяет более надежно закрепить его в станке. Последние конструктивные преимущества осуществлены также путем использования давления масла, что также видно из рис. 49. Шпиндель c сделан в виде полого цилиндра, работающего в контакте с поршнем g . Боковое движение цилиндра c осуществлено вводом масла в пустоты сзади

и спереди поршня. Движение масла регулируется рычагом 5 упомянутого выше механизма управления 10. Одним и тем же рычагом 5 достигается и пуск и остановка станка, а также и зажим и отпуск чурака. Схема механизма управления для ясности показана отдельно на рис. 49.

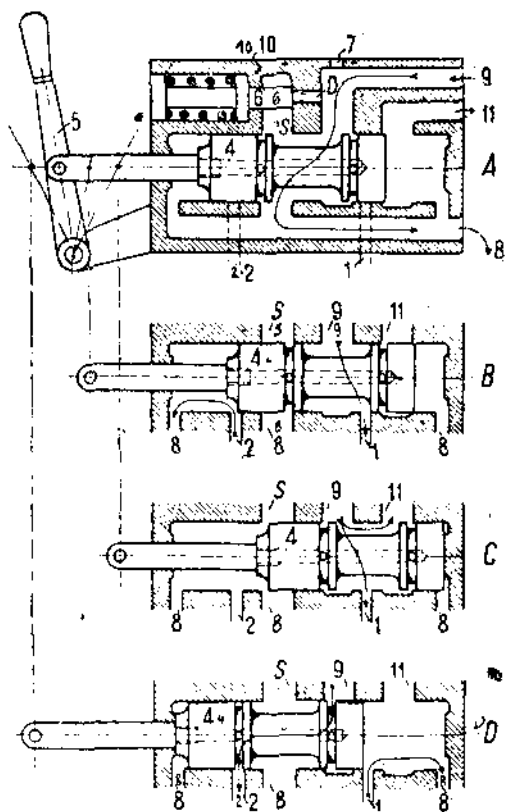


Рис. 49. Схема механизма управления гидравлического привода лущильного станка

Положение А: Рычаг управления в положении *aus*. Станок бездействует. Насос 6 работает. Масло, поданное через трубопровод 9 в механизм управления, уходит через трубу 8 в резервуар 13 (рис. 48), не совершая никакой работы, так как задвижка 4 механизма управления закрывает все ведущие к станку трубы.

Положение В. Рычаг 5 в положении *fest*. Станок бездействует. Чурак зажат кулачками шпинделей, так как через открытый трубопровод 1 масло наполняет пространство спереди поршня *g* и своим давлением передвинуло шпindelъ *c* вправо. Масло, заполнившее пространство сзади поршня *g*, уходит через

трубопровод 2 в отверстие механизма управления и через трубопровод 8 в резервуар 13. Чурак еще не вращается.

Положение С: Рычаг 5 в положении *ein*. Станок работает, и чурак вращается вследствие того, что масло проникло через открытый трубопровод 11 в приводные механизмы *d* и *d₁*. Отработанное масло уходит через трубопровод 12 в резервуар 13, откуда оно через трубопровод 14 и насос *b* начинает снова свой круговорот. Трубопровод 1 остается открытым, гарантируя зажатие чурака и во время его вращательного движения.

Если во время работы станка под влиянием тормозящего действия прижимной линейки и ножа чурак ослабляется, шпинделя под давлением масла немедленно его автоматически вновь закрепляют. Высакивание чурака исключается. Когда по той или иной причине, например при перерезании сучьев, потребляемая станком мощность возрастает, автоматически увеличивается давление масла в приводных механизмах. Предусмотрены также и случаи, когда забивается зазор между ножом и прижимной линейкой или растрескивается чурак. Потребляемая мощность и вместе с ней давление масла достигает максимальных размеров, открывается предохранительный клапан 6 (рис. 49А) и станок автоматически останавливается, в то время как приводной механизм продолжает работать.

Положение D. Рычаг управления в положении *los*. Станок бездействует, чурак не вращается, так как прерывается переход масла из трубопровода 9 и 11. Вслед затем автоматически опускается каталка, вследствие того что масло в механизме управления проходит через просверленную задвижку 4 и трубопровод 2, проникает в пространство сзади поршня 7 и отодвигает шпиндель *e* влево. Масло спереди поршня одновременно уходит через трубопровод 1 и 8 в резервуар 13.

Во всех четырех положениях рычага (5) задвижка механизма управления не испытывает на себе давления масла и поэтому перемещение ее при помощи простой ручки трудностей не вызывает.

Нормальная толщина шпона

В торговом мире США общеприняты следующие толщины.

Шпон для специальных целей. Этот сорт применяется для авиационного строительства и особых технических целей, изготовления сигарных ящиков и для производства предметов, где шпон наклеивается на бумагу или картон. Сорт этот весьма ломкий. Стандартные толщины этого шпона следующие: 0,25 мм ($1/100''$), 0,32 мм ($1/80''$), 0,35 мм ($1/72''$), 0,42 мм ($1/60''$), 0,51 мм ($1/50''$), 0,63 мм ($1/40''$). Сохраняется он в бумажных цилиндрической формы футлярах.

На европейском рынке для этого сорта шпона стандартных размеров не существует. Само собой разумеется, что в странах,

придерживающихся метрической системы, фанера продается из расчета полной десятой или сотой доли миллиметра.

Шпон из ценных пород, или благородная облицовочная фанера. Этот шпон большей частью предназначен для рубашек, где главным образом требуется особый характер и красота текстуры.

Обычно он производится путем строгания, связывается в пачки и складывается точно в той же последовательности, в которой он снят с кряжа. Пиленая дубовая фанера, разработанная из четвертин кряжа в виде шпигеля, поставляется преимущественно толщиной в 1,27 мм ($\frac{1}{90}$ "), а иногда в 1,59 мм ($\frac{1}{16}$ "), так как для достижения гладкой поверхности ее приходится шлифовать. Иногда ножевая фанера толщиной в 3,18 мм ($\frac{1}{8}$ "), изготавливается также для роялей больших размеров.

На европейском рынке пиленая дубовая фанера — исключение, правило же составляет ножевой дубовый шпон. Это очевидно объясняется более тяжелой конструкцией европейских станков применяемых для производства шпона из ценных пород. В настоящее время и для этого шпона стандартные размеры еще не выработаны. Принятые в торговле толщины ножевой фанеры ограничиваются пределами от 0,8 до 1,2 мм. В небольшом количестве изготавливается также фанера 1,5, 2 и даже 3 мм толщины. Американские стандартные толщины ценной фанеры следующие:

$\frac{1}{32}$ " = 0,79 мм	$\frac{1}{80}$ " = 0,84 мм	$\frac{1}{18}$ " = 0,91 мм
$\frac{1}{24}$ " = 1,06 "	$\frac{1}{20}$ " = 1,27 "	$\frac{1}{16}$ " = 1,59 "

В Европе стандартизация толщин еще не проведена, принятыми же в торговле толщинами считаются 0,6—0,7—1,0 и 1,1 мм; в небольшом количестве изготавливается также шпон до 3 мм толщины.

Простой коммерческий шпон производится преимущественно при помощи лущения, причем листы бывают различного размера. Подбору рисунка волокон уделяется внимание только в самых редких случаях. Этот шпон разрабатывается из малоценных пород и продается по площади и при различных толщинах. Сюда относятся также изготавливаемая без учета текстуры пиленая фанера. Она преимущественно применяется в тех случаях, когда требуется исключительная плотность ткани, например для сосновых и кленовых фанер, идущих на постройку музыкальных инструментов.

В торговле приняты следующие толщины:

$\frac{1}{24}$ " = 1,06 мм	$\frac{1}{20}$ " = 1,27 мм	$\frac{1}{16}$ " = 1,59 мм	$\frac{1}{12}$ " = 2,12 мм
$\frac{1}{10}$ " = 2,54 "	$\frac{1}{8}$ " = 2,82 "	$\frac{1}{8}$ " = 3,18 "	$\frac{1}{7}$ " = 3,63 "
$\frac{1}{8}$ " = 4,23 "	$\frac{3}{16}$ " = 4,76 "	$\frac{1}{4}$ " = 6,35 "	$\frac{1}{2}$ " = 7,94 "

На европейском рынке толщина шпона обычно колеблется в тех же пределах, но вырабатывается она также с градацией на $\frac{1}{10}$ мм.

Как указано выше, на европейских заводах производится также простой шпон, применяемый главным образом в качестве рубашек, но отчасти и как середина для тонкой клееной фанеры. Принятые в торговле толщины такого шпона, вырабатываемого например

из габуна, сосны, ольхи, красного бука и т. д.: 1,5—2,0—2,5—3,0—3,5—4,0—5,0—6,0 мм. Поставляется этот товар на заводы, производящие клееную фанеру, и на мебельные фабрики.

Усушка по толщине

Необходимо учитывать, что свежесрубленный лес при сушке уменьшается в объеме. Почти весь разрабатываемый на фанеру лес предварительно пропаривается и намачивается с целью облегчения обработки и получения по возможности гибкого неломкого шпона. При усыхании шпон уменьшается в толщине на 6—10%.

Правильно изготовленный сырой шпон должен быть немного толще нормальных размеров. В практике шпон поэтому режется с припусками. Общепринятые припуски даны в табл. 47.

Таблица 47

Толщина сырого шпона		Толщина сухого шпона		Припуск
дюймы	мм	дюймы	мм	%
1/30	0,83	1/32	0,79	5
1/28	0,98	1/28	0,91	7,7
1/22	1,10	1/24	1,08	9,4
1/18	1,41	1/20	1,27	11

Современные лущильные и ножевые станки снабжены приспособлениями, позволяющими устанавливать толщину шпона с точностью долей миллиметра.

СОВРЕМЕННЫЕ ФАНЕРНЫЕ ЗАВОДЫ

После изложения истории фанеры, технических принципов ее производства и принятых обозначений в дальнейшем дается описание некоторых американских заводов, причем выделяются наиболее интересные и важные подробности устройства этих заводов.

Сортировка и хранение сырья

Пригодные для выделки фанеры бревна имеются далеко не в таком изобилии, как это принято считать. Выбираются прежде всего бревна здоровые, прямые и чистые. Бревна, диаметр которых у верхнего среза меньше 380 мм (15"), идут на лущение редко, так как часть древесины теряется на так называемую оцилиндровку. В европейской фанерной промышленности, особенно на Востоке, разрабатываются и более тонкие бревна; так например в Латвии вся разрабатываемая береза имеет диаметр от 203 до 345 мм (от 8 до 13½"). Приблизительно 40% всех бревен имеют диаметр от 254 до 292 мм (от 10 до 11½") и только 1,5% дают толщину, которая в Америке считается минимальной. Бревна с диаметром 152—178 мм (6—7") для разработки вообще непригодны. На европейских заводах, в зависимости от ширины шпона, диаметр каталок (остаток чурака, иногда называемый также карандашом) доходит до 76 мм (3"), а в исключительных случаях при разработке коротких чураков, разрабатываемых на упаковочные ящики, — даже до 60 мм (2⅜"). При производстве пиленой или ножевой фанеры бревна должны иметь минимальный диаметр 460 мм (18") и больше. Остаток после разработки кряжа на строгальном или пильном станке идет в отпад.

Бревна меньших размеров или с пороками пригодны только для выработки пиломатериала. Сортировка бревен должна производиться с особой тщательностью.

Биржи для лесных материалов и водяные бассейны заполняются во время сезона. Сезон для сплава зависит от климата, если только не приходится учитывать еще какие-либо специфические местные условия. На севере наиболее подходящим сезоном для рубки леса является зима. В южных странах, где северной зиме соответствует сезон дождей, в течение последнего рубка совершенно прекращается.

Жаркая погода способствует растрескиванию торцов, если они не защищены от солнечных лучей. Теплая туманная погода способствует образованию ржавчины, медвяной росы и других приводящих к разрушению биологических заболеваний. Большинство сырья лучше всего сохраняется под водой, но дуб, например и некоторые другие породы, изменение цвета которых считается пороком, требуют штабелевки на суше. Рис. 50—52 изображают биржи и бассейны, заполненные громадным количеством леса. На заводах бревна транспортируются посредством подъемных кранов, или дерриков. В Европе широко применяются

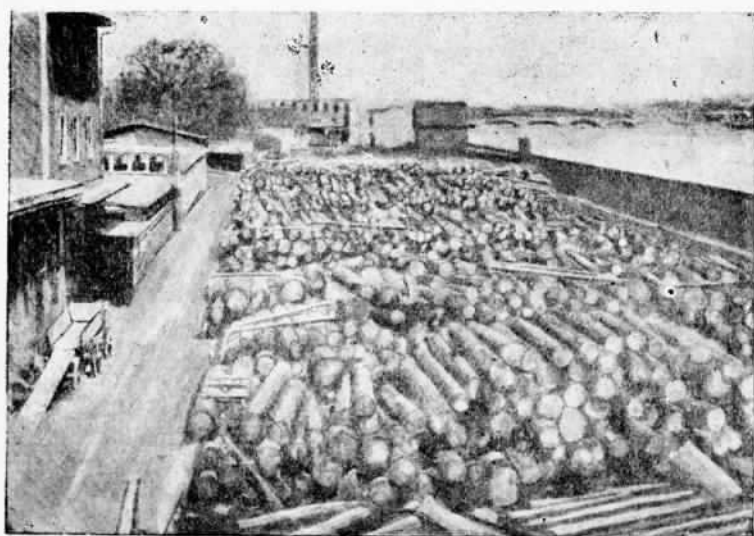


Рис. 50. Мичиганское сырье в крытом бассейне. На переднем плане—плавающие бревна, готовые для подачи цепным транспортером к обрезающей пиле, с месторасположения которой и сделан этот снимок

электрические подъемники, представляющие электрические тележки большой подъемной силы, движущиеся по однопорельсовому подвесному пути с закруглениями, стрелками и т. д.

Пиленая дубовая фанера

Первая наша экскурсия будет на завод, производящий пиленую дубовую фанеру, разрабатывающий однако на тех же станках и другие породы.

Отбор кряжей. Для производства фанеры применяется и белый и темный дуб. Приблизительно 90% всего мирового расхода радиально разрезанного дуба получают однако из светлого дуба. Деревья, произрастающие на более легкой почве и на вершинах холмов и гор, растут медленно и образуют более тонкие годовичные кольца, чем деревья, растущие в плодородных

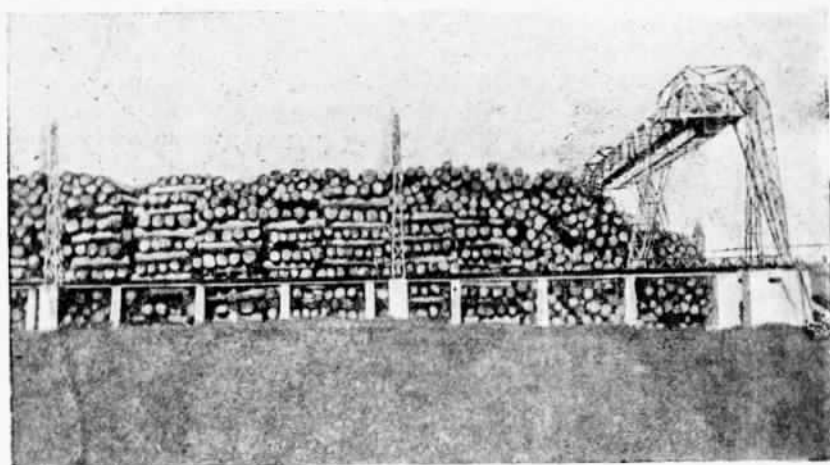


Рис. 51. Штабеля габуна на одном из европейских фанерных заводов. С правой стороны — мостовой кран для штабелевки бревен и подачи их на обработку

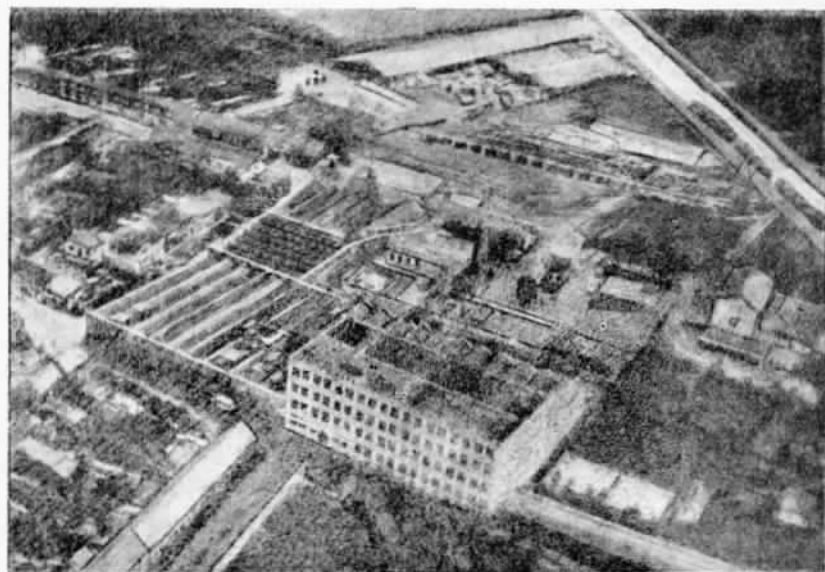


Рис. 52. Снимок с самолета. Виден стоящий у канала штабель с краном. Судя разгружаются при помощи парового крана, передвигаемого вдоль берега и передающего бревна на мостовой кран. Далее на снимке виден рельсовый путь, по которому отобранный лес перебрасывается на заводскую биржу сырья, изображенную на рис. 51.

низилах. Ширина годовичных колец последних в 2, 3 и даже 4 раза больше. Медленный рост дуба способствует образованию тонких колец и текстуры с мягким оттенком, качества весьма ценные для столярных работ по фанере и пиломатериалу.

Первый рабочий процесс в производстве радиально разрезанного дубового шпигеля состоит в отборе бревен плотного строения, свободных от пороков и с минимальным диаметром 610 мм (24"). Такие бревна должны по возможности скорее разрабатываться на сегменты и фанеру, ибо, если товар этот лежит продолжительное время на складе, он трескается, высыхает и для изготовления высококачественной фанеры становится непригодным.

Распиловка, или разделка бревен. Свежесрубленное бревно по-

ставляется на лесопилку, где оно разделяется (152 мм (6") ширины и больше) и распиливается по способу, изображенному,

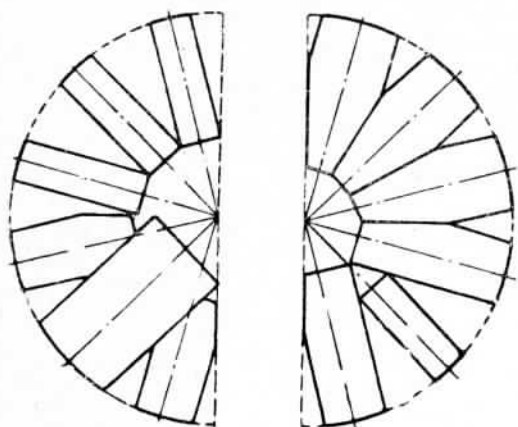


Рис 53 Методы разделки дубового кряжа для получения шпигеля

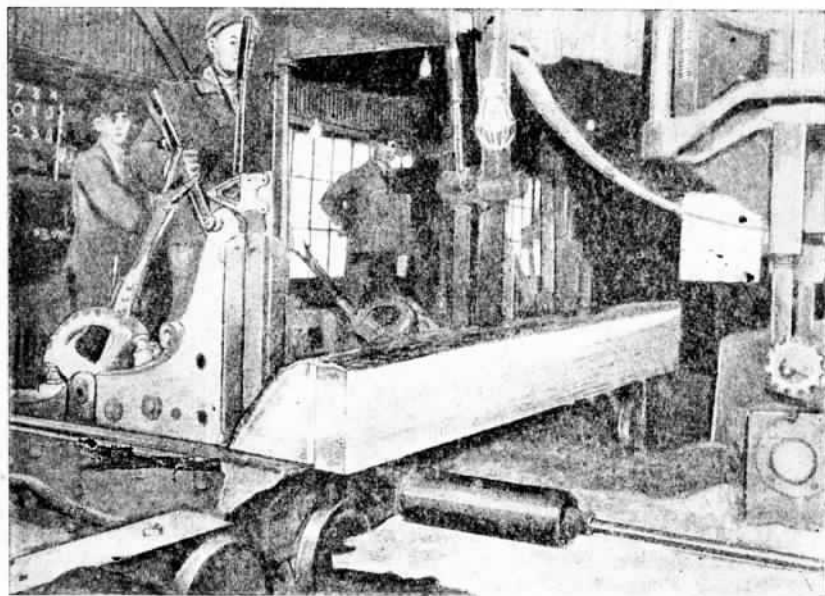
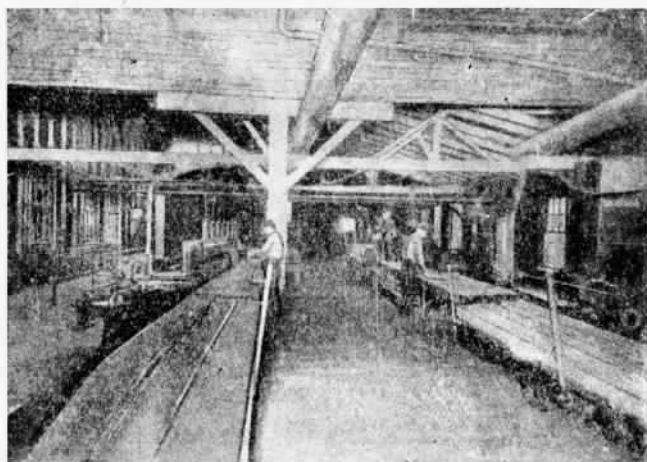


Рис. 54. Разделка дубовых брусков на шпигель. Обращает на себя внимание тонкий слой темной заболони и сравнительно большая доля сердцевины

на рис. 53. Рис. 54 и 55 представляют снимки лесопилки в Огайо-Валлей, где сегменты распиливаются ленточной, а шпигель сегментной пилой.



Р. с. 55. Изготовление пиленой фанеры на сегментной пиле. Обычная толщина 1,27 см ($1/20''$)

При распиловке кражей на сегменты необходимо особенно тщательно следить за тем, чтобы сердцевинные лучи, исходящие из середины дерева, были расположены параллельно к боковым плоскостям сегментов. Эти лучи вызывают радиальные трещины. Наиболее красивые узоры или шпигель получаются при распи-

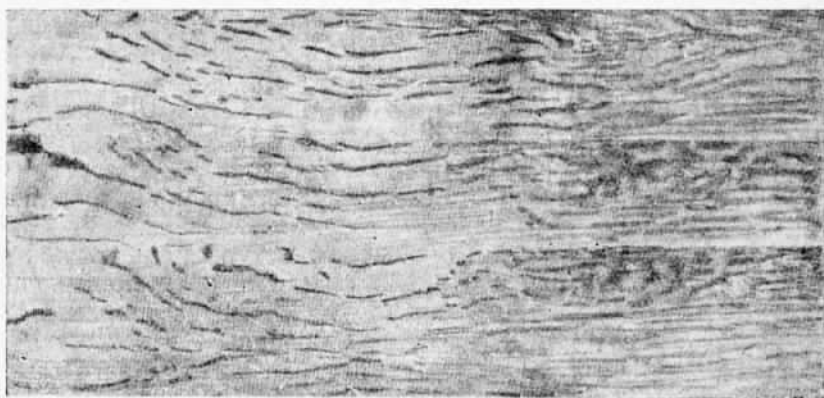


Рис. 56. Пиленая дубовая фанера

ловке параллельно этим лучам. Из рис. 55 и 56 виден эффект, получаемый от фанеры с сердцевинными лучами, выпиленной из четвертин дубового кряжа. Так как пила не движется в точном направлении сердцевинных лучей, то рисунок понемногу перемещается. После распиловки по указанному способу можно при-

ступить к изготовлению из него фанеры либо на пильных или же на ножевых станках.

При производстве фанеры пилением сегмент края после разделки непосредственно подается к описанной выше большой сегментной пиле (рис. 27), где его прочно укрепляют на каретке, причем поверхность с более красивой текстурой обращена к пиле. После этого сегмент распиливают на фанеру требуемой толщины. В американском мебельном производстве преимущественно применяется пиленая фанера из радиально разрезанного дуба толщиной в 1,27 мм ($1/20''$). Для дверей, внутренней отделки жилых домов и других помещений и т. п. применяется материал другой толщины, например 1,59 мм ($1/16''$), 3,18 мм ($1/8''$), а иногда также 6,35 мм ($1/4''$).

Пилёный шпон. Если изготавливаются фанерные листы толщиной в 1,27 мм ($1/20''$), то примерно такая же толщина теряется на пропил. Развод пилы должен быть очень точный, чтобы обеспечить гладкий рез. Один неровный зуб пилы может испортить всю фанеру. Отдельные листы должны складываться в том же порядке, в каком они сняты с сегмента. Обычно они нумеруются в порядке своего расположения в краях. Во избежание изменения оттенка фанеру немедленно после распиловки просушивают.

В Америке практикуются различные способы сушки фанеры. По более старому методу фанера устанавливается на решетчатых в помещении с проточным воздухом. Новые методы предусматривают пропускание листов фанеры через механические сушилки различной конструкции, подробнее рассматриваемые в соответствующей главе.

Обработка фанеры для продажи. После сушки фанерные листы обмеряются и снова складываются в том же порядке, в каком они были сняты. Стандартная маркировка фанерных пачек, полученных из фанеры одного сегмента (в Америке эти пачки также называются сегментами), должна содержать длину, ширину, диаметр, общую ширину, общий размер площади, число листов каждой пачки. В Германии кроме того отмечают толщину фанеры и номер бревна, с которого они сняты. Обычно эти цифры ставятся на верхнем листе готовой для приемки и погрузки пачки.

Фанера из четвертин дуба обычно поступает на рынок шириной в 152,4 мм (6") и больше. В общем 80% ее производится шириной от 152,4 до 254 мм (6—10"), а 20% шириной от 254 до 381 мм (10—15"), а иногда и больше.

Производство на сегментной пиле фанеры из других пород. На сегментной пиле разрабатывается чаще всего дуб, реже другие породы. Но этот станок служит также для распиловки четвертин или гладких краёв клена на изготовление роялей. В этом случае берутся толщины 3,18 мм ($1/8''$), 4,76 мм ($3/16''$), 6,35 мм ($1/4''$), а в некоторых случаях и 7,96 мм ($5/16''$) — (рис. 57).

Отмечается также известный спрос на простую тонкую дубовую фанеру, снятую не с четвертин, и на фанеру из березы,

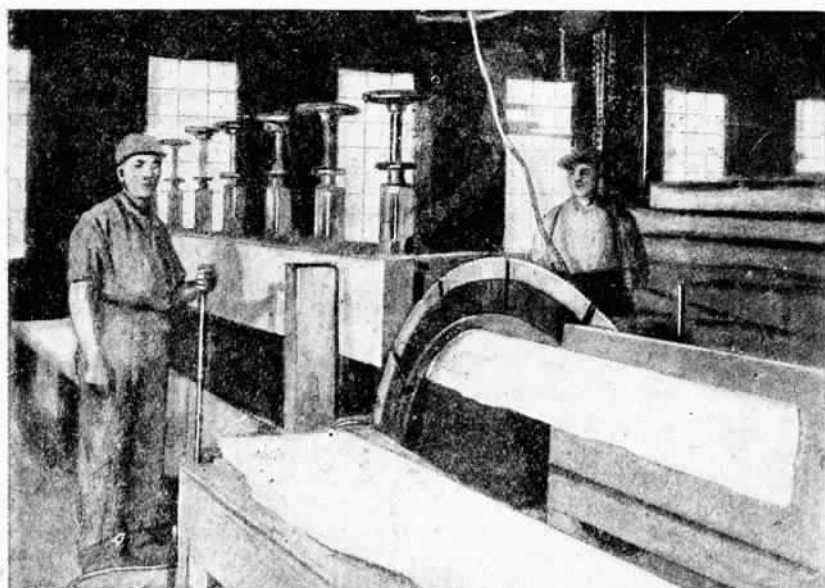


Рис. 57. Производство тонкой фанеры из клена на сегментной пиле клена и бука для специальных целей, внутренней отделки и дверей. Кроме того существуют некоторые другие области применения тонкой фанеры, где также пользуются при разработке сегментной пилой, дающей потери на пропил примерно 1,59 мм ($1/16''$), между тем как при распиловке на большинстве других станков эти потери вдвое больше, а распиловка не такая точная, как на сегментной пиле.

Пропаривание и проварка бревен

Почти все разрабатываемые на фанеру бревна пропариваются или провариваются в горячей воде с целью размягчения волокон и предупреждения растрескивания и ломки при строгании и лущении.

Для облегчения разработки горячие бревна из парильных камер непосредственно подаются к станкам. Следует отметить значительные расхождения взглядов по вопросу о том, что рациональнее — пропаривать бревна в ямах или пропаривать их в закрытых камерах. Время, требуемое на пропарку, исчисляется часами, между тем как проварка требует нескольких дней, в зависимости от твердости породы и размера бревен. Некоторые породы, например американская липа, разрабатываются в холодном виде. Кряжи, предназначенные для распиловки, как например дуб, не нуждаются ни в проварке, ни в пропарке, так как они не подвергаются опасности растрескивания и дают лишь не имеющие значения мелкие поверхностные трещины. Расходы

по содержанию ям для варки дерева высоки, и процесс этот часто сопровождается несчастными случаями, но до настоящего времени придумать соответствующее другое приспособление еще не удалось. Варка и пропаривание облегчают также и процесс окорки.

Существуют разногласия по вопросу, какая фанера дает большую усушку — снятая с проваренных или с пропариваемых бревен. Опыты, произведенные в этом направлении Мэдисонской лабораторией, до настоящего времени результатов не дали.

Расчет времени при проверке чураков в баках

Пример. Требуется рассчитать, в какой срок можно размягчить замерзший ольховый кряж с температурой в -5° в баке с теплой водой, температура которой равна 70° , до средней температуры 45° .

Диаметр чурака 0,25 м, длина 1,6 м. Необходимо добиться, чтобы температура в 45° доходила до глубины 0,035 м от поверхности чурака; на глубине 0,075 м температура должна быть примерно в 20° .

Удельный вес воздушно-сухой ольхи 0,55, свежесрубленной или замерзшей ольхи — 0,85.

1 м³ чурака содержит:

$$\begin{aligned} 0,55 \times 1000 &= 550 \text{ кг древесины и} \\ 0,3 \times 1000 &= 300 \text{ „ воды или льда} \end{aligned}$$

Объем чурака

$$V = \frac{\pi \cdot 0,25^2}{4} \cdot 1,6 = 0,0786 \text{ м}^3,$$

из которых на древесину падает

$$550 \times 0,0786 = 43,23 \text{ кг}$$

и на воду

$$300 \times 0,0786 = 23,58 \text{ кг.}$$

Боковая цилиндрическая поверхность чурака равна:

$$O = \pi \cdot 0,25 \cdot 1,6 = 1,257 \text{ м}^2;$$

площади двух торцев:

$$F = \frac{\pi \cdot 0,25^2}{2} = 0,0982 \text{ м}^2.$$

1. Для нагрева самой древесины от -5 до $+45^{\circ}$ требуется тепла:

$$Q_1 = 43,23 \times 0,65 \times 50 = 1\,405 \text{ кг-кал.}$$

2. На нагрев льда:

$$Q_2 = 23,58 \times 0,5 \times 5 = 59 \text{ кг-кал.}$$

Примечание: Для превращения 1 кг льда в воду требуется ок. 80 кг-кал тепла.

Удельная теплоемкость льда $C = 0,5$

" " воды $C = 1,0$

" " дуба $C = 0,57$

" " ели, ольхи $C = 0,65$

3. На превращение льда в 0° в воду в 0° :

$$Q_3 = 23,58 \times 80 = 1886 \text{ кг-кал.}$$

4. На нагрев воды с 0° до 45° :

$$Q_4 = 23,58 \times 1 \times 45 = 1061 \text{ кг-кал.}$$

Общая потребность тепла:

$$Q = Q_1 + Q_2 + Q_3 + Q_4 = 4411 \text{ кг-кал.}$$

1 кг пара в 100° может отдать теплой воде ок. 570 кг-кал тепла, но вследствие постоянного охлаждения примем в расчет лишь 540 кг-кал. Тогда для нагрева данного чурака требуется пара:

$$G_{\text{п}} = \frac{4411}{540} = 8,15 \text{ кг при } 100^\circ.$$

Для оттаивания льда в общем требуется тепла:

$$Q_2 + Q_3 = 1945 \text{ кг-кал.}$$

Если рассматривать чурок как целый ряд концентрических цилиндров, через боковые стенки которых тепло проникает снаружи к центру чурака, то можно считать, что площадь поперечного радиального сечения чурака (площадь среднего цилиндра, считая площадь центра равным нулю) примерно равна:

$$\frac{2}{3} O = \frac{2}{3} \times 1,257 \cong 0,84 \text{ м}^2.$$

Сюда необходимо добавить площади торцов:

$$0,84 + F = 0,84 + 0,0982 = 0,938 \text{ м}^2.$$

Глубина проникновения тепла в чурок равна:

$$\frac{d}{2} = 0,125.$$

Коэффициент теплопроводности льда $\lambda = 1,5$.

Для глубины в 0,125 м:

$$\lambda^1 = \frac{1,5}{0,125} = 12.$$

При разнице в температурах в 70° и поверхности в $0,938 \text{ м}^2$ в течение часа в чурак вводится тепла:

$$12 \times 70 \times 0,938 = 788 \text{ кг-кал.}$$

Следовательно продолжительность оттаивания

$$Z_1 = \frac{Q_1 + Q_2}{788} = \frac{1945}{788} = 2,47 \text{ часа.}$$

Нагрев воды в чураке и самой древесины происходит главным образом вследствие теплопередачи путем конвекции.

Для разности температур ($t_1 - t_2$) между поверхностью дерева O (температура 0°) при принятой нами глубине проникновения тепла $\frac{d}{2} \text{ м}$, в которую мы $t = 0^\circ$ должны внедрить, теплопередача получается путем сложения всех относящихся сюда величин проводимости и конвекции. Величины эти следующие: λ — коэффициент теплопроводности в кг-кал/м на 1 м^2 сечения, 1 м длины, 1° разницы температур в 1 час времени. Если λ обозначить через кг-кал/м час t° , то

для дуба, ольхи поперек волокон	$\lambda_s = 0,18$
" " " вдоль	" $\lambda_p = 0,35$
" сосны поперек	" $\lambda_s = 0,14$
" " вдоль	" $\lambda_p = 0,30$

Если нагревается мокрая или даже замерзшая древесина, то к изложенному необходимо еще добавить:

для воды $\lambda = 0,4769 (1 + 0,002984) \text{ кг-кал/м}$ час t° ,

" льда $\lambda = 1,5 \text{ кг-кал/м}$ час t° .

Кроме того для воды сюда присоединяется еще теплопередача путем конвекции, которая для Z часов, $F \text{ м}^2$ площади, диаметра края или толщины доски $d \text{ м}$ и разницы температур ($t_1 - t_2$) может быть вычислена по формуле —

$$Q = \alpha \cdot Z \cdot F (t_1 - t_2),$$

где

$$\alpha = \frac{1,825}{d}.$$

Учитывая все эти факторы для нашего расчета, можно воспользоваться формулой:

$$\left\{ \frac{2}{d_1} \left[\left(\frac{2}{3} \lambda_s \cdot O + \lambda_p \cdot F \right) (t_1 - t_2) + 0,4769 (1 + 0,002984) (t_1 - t_2) \left(\frac{2}{3} O + F \right) \right] + \frac{1,825}{d} (t_1 - t_2) \left(\frac{2}{3} O + F \right) \right\} Z_2 = Q_1 + Q_2.$$

Для нашего случая:

$$d_1 \cong 0,15; O = 1,257 \text{ м}^2; F = 0,0982 \text{ м}^2; (t_1 - t_2) = 70 - 20^\circ = 50^\circ; Q_1 + Q_2 = 2466 \text{ кг-кал}; \lambda_s = 0,18; \lambda_p = 0,35.$$

Подставляя данные цифры в формулу, определяем Z_2 :

$$\left\{ \frac{2}{0,15} \left[\left(\frac{2}{3} \times 0,18 \times 1,257 + 0,35 \times 0,0982 \right) \times 50 + 0,4769 (1 + 0,002984) \times 50 \times \left(\frac{2}{3} \times 1,257 + 0,0982 \right) \right] + \frac{1,825}{0,15} \times 50 \times \left(\frac{2}{3} \times 1,257 + 0,0982 \right) \right\} Z_2 = 2466,$$

или:

$$702,1 Z_2 = 2466,$$

откуда:

$$Z_2 = \frac{2466}{702,1} = 3,52 \text{ часа.}$$

Общая продолжительность нагрева равняется:

$$Z = Z_1 + Z_2 = 2,47 + 3,52 = 5,99 \text{ часа.}$$

Строгание фанеры из красного дерева

Следующая наша экскурсия по исследованию фанерного производства приводит нас к берегам Атлантического океана, где находятся самые крупные американские заводы по изготовлению фанеры из красного дерева и других ценных пород.

Сырье. До прибытия в США ствол красного дерева должен проделать долгий путь от места произрастания в Африке, Средней Америке, а может быть и на северных берегах Южной Америки или на Вест-Индских островах.

Кряжи обтесаны в почти четырехгранные бревна. Они подвержены длительной перевозке по суше и воде, в плотам на морских пароходах и в результате совершенно теряют свой красивый характерный вид. Средняя и Южная Америка обычно поставляют круглые необтесанные бревна. Во время транспорта большая часть коры стирается, а иногда во избежание червоточины и для экономии на морской фрахт очищается еще при валке, — во всяком случае по прибытии наружный вид подобного африканского сырья ни в какой мере не обнаруживает скрытых в нем красок.

После прибытия в североамериканские порты бревна красного дерева иногда укладываются в громадные штабеля, с тем чтобы по возможности скорее подвергнуться распиловке на сегменты. Но большей частью их помещают в бассейны, с водой для защиты от действия солнечных лучей (рис. 58). Некоторые партии сырья кроме красного дерева содержат еще и другие ценные породы. Так например в партиях леса из Средней Америки поставляется и вест-индский кедр, идущий на производство сигарных ящиков.

Распиловка на сегменты. После обозрения громадного, достигающего миллионов кубических метров количества штабелеванного или плавающего в воде красного дерева поражаешься

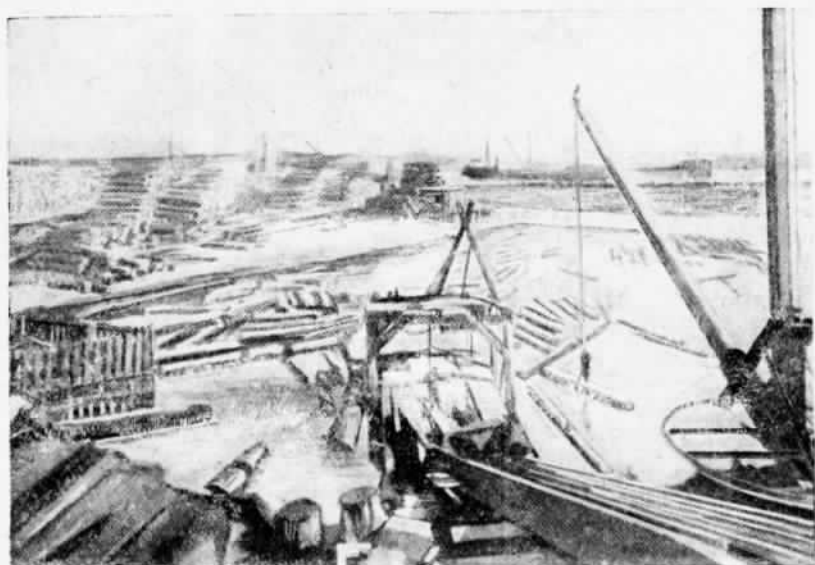


Рис. 58. Штабеля и плоты с сырьем из красного дерева. На переднем плане—транспортная цепь и деррик, служащие для переброски сырья к пиле, на заднем видны пароходы, разгружающие лес

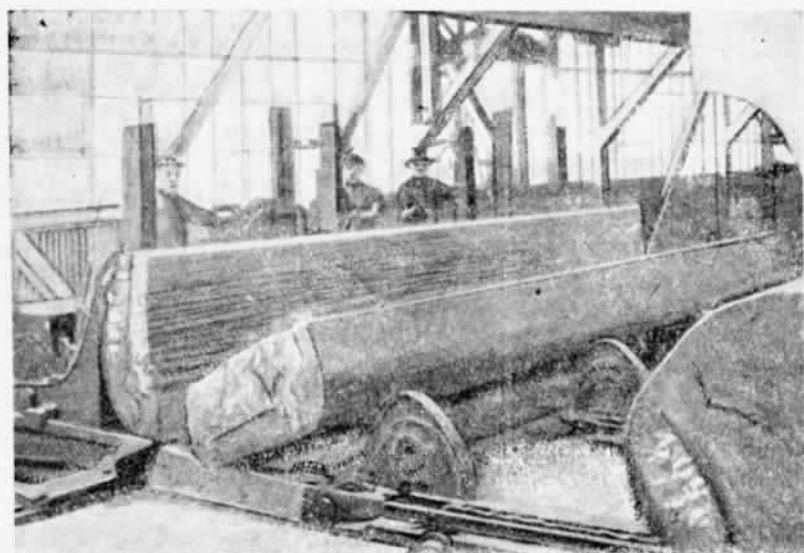


Рис. 59. Обтесанный ствол африканского красного дерева, только что распиленный для исследования и распиловки на сектора дивной игрой красок при виде внутренней стороны сегментов, полученных в результате распиловки бревна посредством ленточной пилы (рис. 59). Краски древесины переливаются, начи-

ная от нежнейшего желтовато-розового и кончая интенсивным вишневым. Но текстура немногих бревен достаточно красива для выделки действительно ценной фанеры. Руководитель и старший рабочий тщательно отбирают здоровые бревна с богатой переливами окраской и красивой текстурой. После того как при первой распиловке бревна обнаруживаются эти качества, требуется исключительная сноровка и опыт для дальнейшей распиловки его на сегменты таким образом, чтобы получилась наиболее красивая фанера. Иногда одно бревно, особенно из крупных африканских обтесанных стволов, можно распилить на 4—12 прекрасных сегментов. Каждый распил тщательно обследуется, чтобы выяснить,

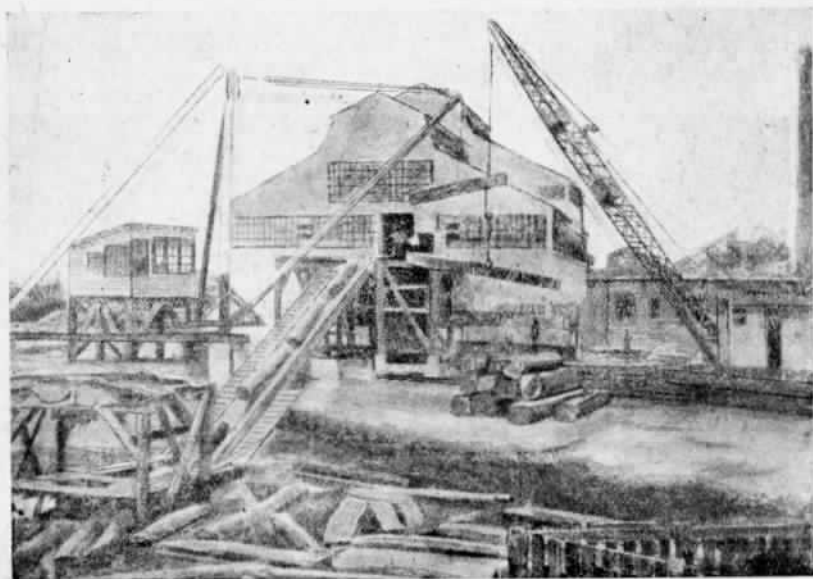


Рис. 60. Три транспортных установки: транспортная цепь для подачи бревен в лесопилку, деррик для подъема леса из воды, со штабеля или из вагона и маневровый кран для тех же целей

дает ли он наилучшие результаты в отношении рисунка и рационального использования. Все остатки и доски тщательно сохраняются, так что ни одна часть такого бревна не пропадает даром. Распиловка бревна красного дерева на сегменты требует исключительного опыта и основательного знания дела. Настоящие специалисты этого дела встречаются очень редко.

Осмотренный нами большой завод в Нью-Джерсей-Сити оборудован тремя ленточными пилами. Первые две служат для распиловки бревен пополам и на сегменты для производства фанеры на строгальных станках или на сегментных пилах, в то время как третьей пилой непригодные для фанеры части бревен распиливаются на доски. На рис. 60 видны три различных транспортных приспособления для подачи бревен на лесопилку. На

этом заводе иногда ежедневно разрабатывается около 10 тыс. м³ красного дерева, в зависимости от размеров и свойств доставленного сырья. Впрочем завод занимается производством фанеры не только из красного дерева, но и из других импортных и местных пород.

Строгание фанеры из сегмента. С ленточной пилы сегмент выходит чистым и более или менее свободным от дефектов. Неровные или расщепленные концы удаляются посредством поперечной пилы. После этого сегмент загружается в парильные камеры или варочные ямы, где он, нагреваясь, предварительно размягчается. Непропаренные бревна красного дерева вследствие природной их твердости строганию не поддаются. Если бревна пропариваются при слишком высокой температуре, получается весьма нежелательный грубый распил. Завод в Нью-Джерсей оборудован вертикальными строгальными станками (рис. 61).

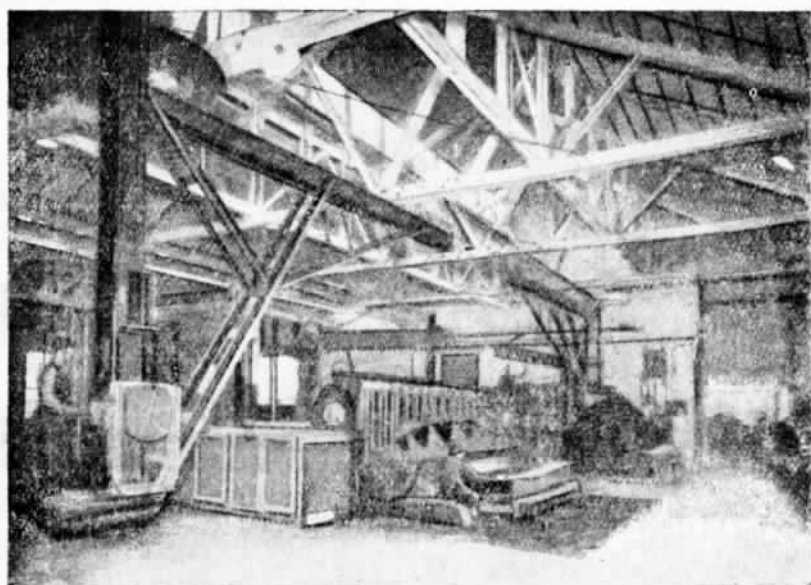


Рис. 61. Два американских вертикальных фанерострогальных станка. Брусья движутся вдоль струга. Листы шпона складываются на тележку, видную на переднем плане. К деррику подвешен новый брус.

На самом крупном из этих станков можно разрабатывать сегменты длиной до 17 футов (5,2 м) и шириной около 24—30" (610—762 мм). Точка и правка ножей и прижимных линеек, как и укрепление сегмента на станине, требуют большой опытности и сноровки. Для максимального использования сегмента часто переворачивают его по несколько раз.

Самая красивая текстура получается при радиальном резе, хотя надо отметить, что поперечная к радиусу распиловка также дает прекрасные узоры. Для любителей красивой текстуры ножевая

фанера из ценных пород доставляет большое наслаждение. Рисунки, происходящие от неправильного роста или несимметричного направления волокон, сменяются в богатом разнообразии. Переливы напоминают волнуемое ветром поле. Не налюбуйтесь изменчивой игрой нежных красок фанерных листов и многообразием узоров и оттенков. На рис. 62 изображена ножевая фанера из африканского красного дерева.

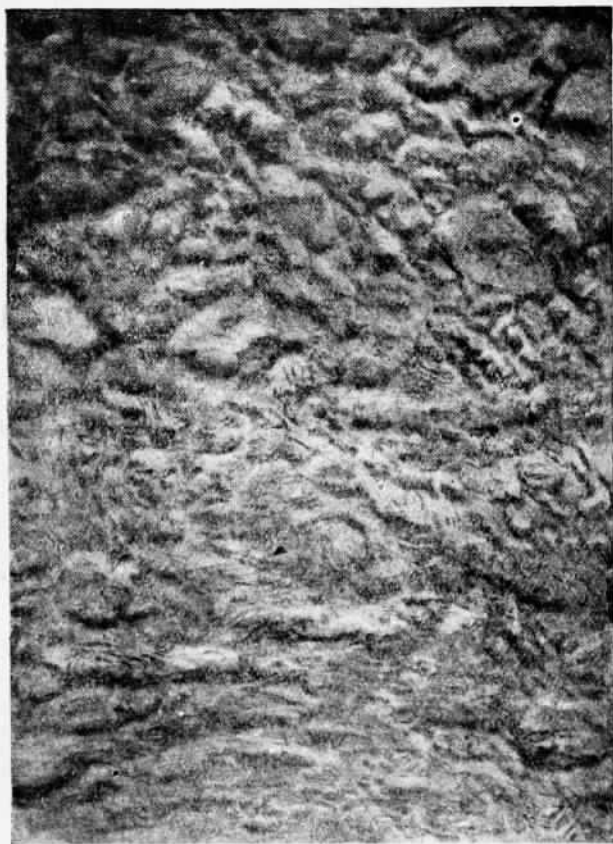


Рис. 62. Ножевая фанера из красного дерева

Сушка, обрезка и подбор узоров. Узорчатые фанерные листы всегда складываются в порядке выхода из сегментов. После распиловки фанера поступает в сушилку, в которой ее влагосодержание понижается до 10 или 15%. Фанера не должна высушиваться до такой степени, чтобы стать хрупкой. Сушка — лишь мера против загнивания и ржавчины. На некоторых заводах самым рациональным способом считается естественная сушка в помещении, причем каждые 2—3 листа фанеры ставятся на ребро между вертикальными стойками (рис. 63). Помещение для сушки регулярно обогревается более или менее влажным

теплым воздухом. После сушки фанера снова тщательно складывается в прежнем порядке, измеряется и маркируется по способу, описанному выше для дубовой фанеры. С верхней, средней и нижней части каждого сегмента отбираются образцы, после чего товар до его погрузки отправляется на склад.

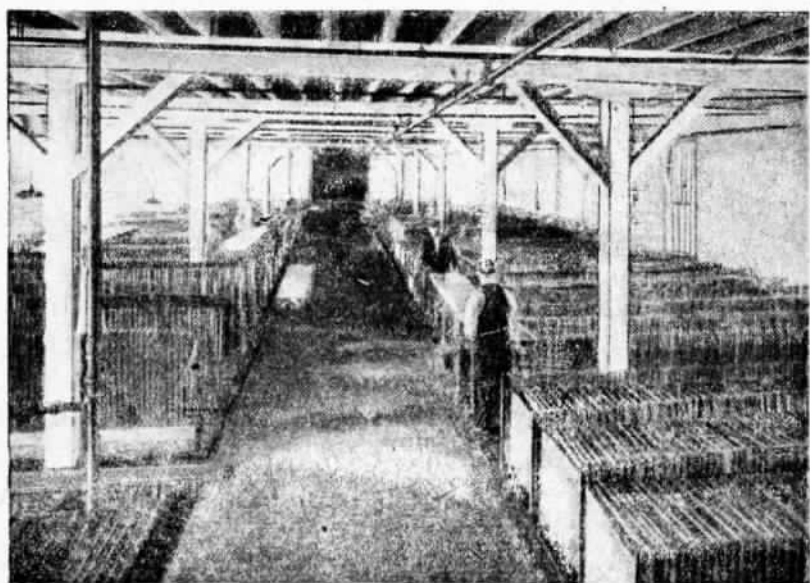


Рис. 63. Сушильное помещение для шпона из красного дерева, расставленного в пальцевых зажимах

Пиленая фанера. Несмотря на потери на пропил и более высокую стоимость, некоторые заводы предпочитают выделять фанеру при помощи пиления. При этом способе производства не требуется ни пропаривания, ни варки сырья, которое непосредственно с разрезной пилы подается на фанерную.

Стандартная толщина пиленой фанеры красного дерева — 1,27 мм ($\frac{1}{20}$ "). Но встречаются толщины и в 1,6 мм ($\frac{1}{16}$ "), 2,12 мм ($\frac{1}{12}$ "), 2,54 мм ($\frac{1}{10}$ "), 3,18 мм ($\frac{1}{8}$ "), 4,76 мм ($\frac{3}{16}$ "), 6,35 мм ($\frac{1}{4}$ "). Сушка, нумерование и сортировка пиленой фанеры производятся тем же способом, что и ножевой фанеры.

Европейские фанеропильные и фанерострогальные заводы

Считаем нужным прервать обозрение американских заводов для включения некоторых замечаний о европейском фанерном производстве и выявления наиболее важных отклонений европейских методов от описанных американских. Это тем более необходимо, что в Европе, а особенно в Германии, производство строганой фанеры, или ножевого шпона, в гораздо большей мере,

чем в Америке, распространяется помимо ценных пород также и на обыкновенную древесину, где текстуре придается сравнительно мало значения. Такой ножевой шпон часто служит для изготовления рубашек и серединок тонкой и толстой клееной фанеры.

В Германии существуют очень крупные заводы, закупающие дуб и дорогие ценные породы (поскольку они импортируются из других европейских стран или Азии) целыми лесными участками или отборными экземплярами на корню и сами производящие валку и транспорт леса. Первая сортировка происходит при этом на месте валки, а так как лесопильные и строгальные заводы нередко расположены не на одном месте, различные сортаменты транспортируются по разным направлениям.

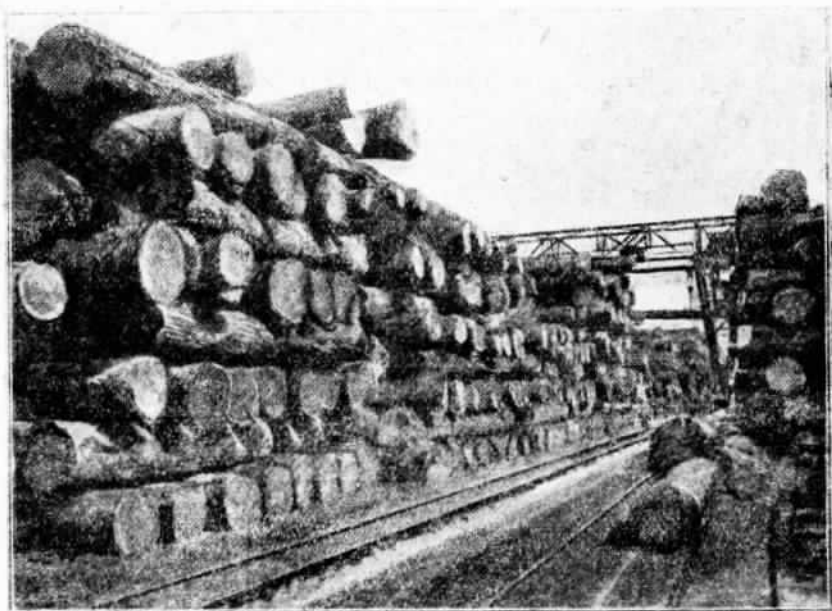


Рис. 64. Штабеля дуба. На заднем плане—портальный кран. Торцы бревен слоем краски защищены от действия солнечных лучей.

Довольно значительные отличия от американских методов отмечаются уже в штабелевке ценных пород. Эти отличия выражаются в том, что укладка кряжей производится не беспорядочными кучами, а правильными штабелями (рис. 64). Во многих местах придается особое значение тому, чтобы штабелеванный лес, поскольку он не находится на воде, лежал не непосредственно на земле, а на соответствующих подкладках.

По рис. 51 и 52 мы видим, что в Европе на крупных лесных складах для перемещения тяжелых бревен пользуются преимущественно кранами.

Распиловка на сегменты в Германии большей частью производится не ленточной пилой, а горизонтальной рамой. На рис. 65 показана такая горизонтальная рама, на которой распиливается ствол большого диаметра. Рис. 66 изображает парильную яму, в которой сегменты — в данном случае дубовые — предварительно пропариваются перед строжкой.

Общепринятая в Германии форма дубовых плах для разработки на фанеру наглядно видна на рис. 67.

При осмотре американских и немецких заводов больше всего бросается в глаза различие между строгальными цехами. Если изображенный на рис. 61 строгальный цех американского завода с общепринятыми в Америке вертикальными станками срав-

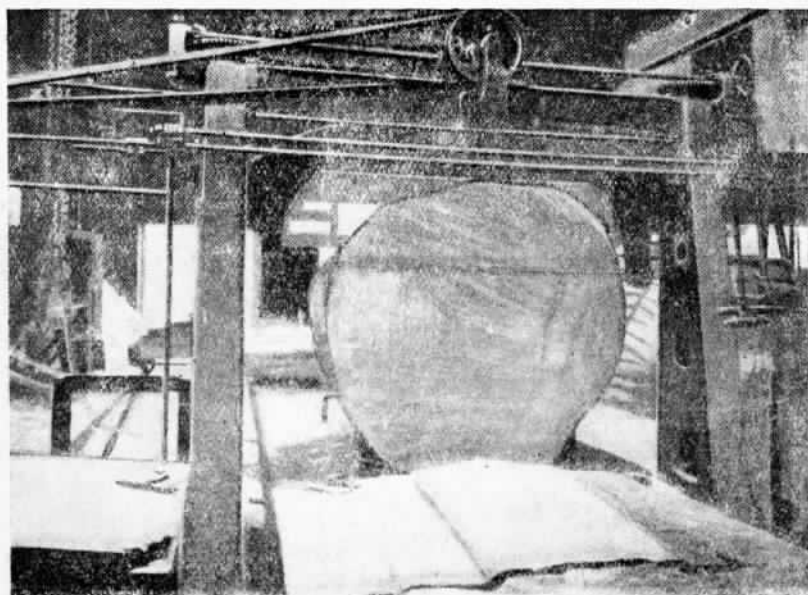


Рис. 65. Горизонтальная рамная пила, на которой толстый кряж африканской породы распиливается на сегменты. Диаметр ствола 1,8 м = 71"

нить с изображенными на рисунках 68 и 69 тяжелыми горизонтальными станками крупного немецкого строгального завода, то это различие проступает с достаточной четкостью. На этих рисунках обращает на себя внимание однородный порядок установки большого числа строгальных станков в одном цехе. Кабинет заведующего цехом расположен напротив станков (рис. 68). На рис. 69 ясно видно, как тщательно при разработке каждого сегмента ведется счет каждому фанерному листу, что имеет большое значение при ценности узорчатой фанеры.

Для установки крупных станков требуются целесообразно построенные большие здания. На рис. 70 виден фасад строгаль-

ного цеха. Рядом с ним — громадное девятиэтажное помещение, в котором в течение лета строганая фанера подвергается естественной сушке при откидных дверях и окнах. Зимой сушка производится при закрытых дверях и окнах с помощью нагретого воздуха.

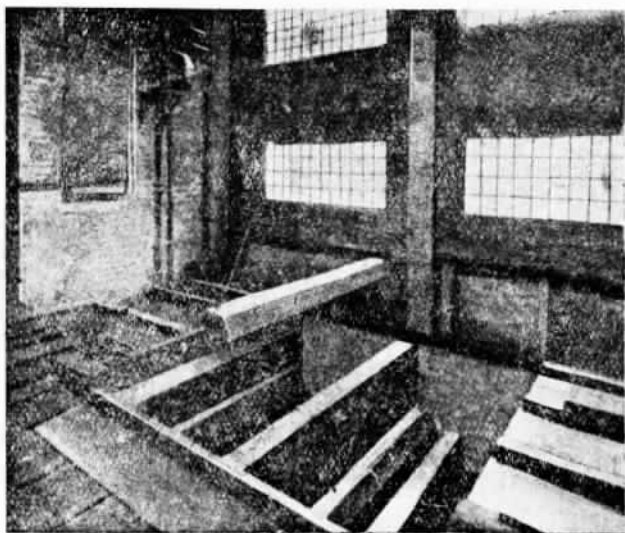


Рис. 66. Парильная яма. Дубовые брусья опускаются в парильные ямы; справа — крышка ямы

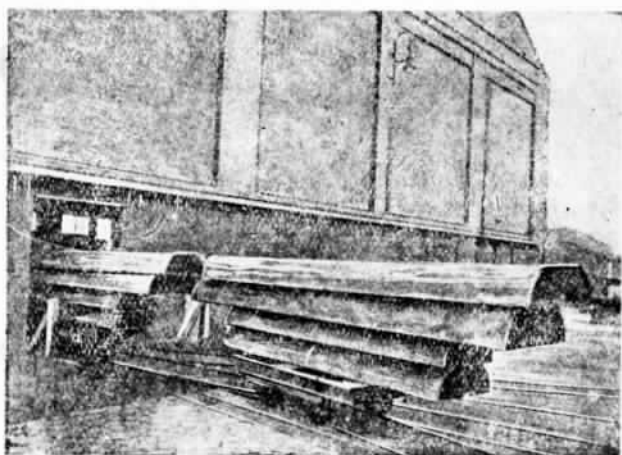


Рис. 67. Дубовые брусья на пути из парильной ямы к фанерострогальному станку

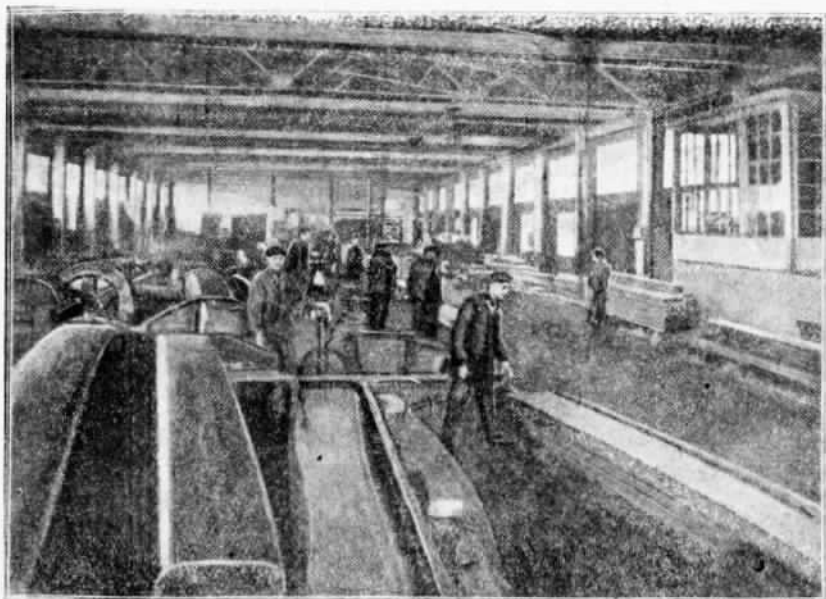


Рис. 68. Вид фанерострогального цеха. Бросается в глаза тяжелая конструкция станков. Количеству продукции придается меньшее значение, чем качеству. Над каждым строгальным станком установлена крановая тележка для более удобной подачи кряжей. Заслуживает внимания хорошее освещение цеха днем (через большие боковые окна)

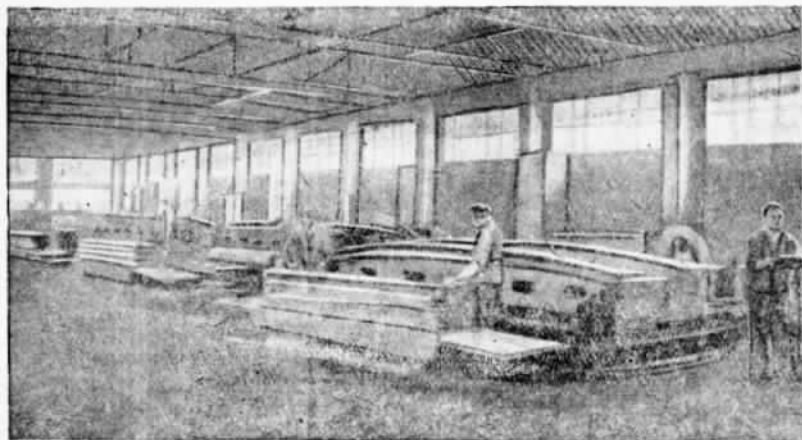


Рис. 69. Вид фанерострогального цеха



Рис. 70. Между пожарным депо и многоэтажным сушильным помещением виден фасад строгального цеха

Лушение в полдерава черного ореха

Черный орех весьма выгоден для разработки на фанеру. Способ разработки зависит от цвета древесины, ее текстуры и назначения фанеры. В стволах ореха обычно наблюдается косослой и вообще неправильная структура. Наиболее ценны для фанерного производства рогулины или сучковатости, в которых соединены крупные ветви и расширяющийся в виде колокола комель с отходящими от него толстыми корнями. В большинстве других пород древесина у комля и рогулины с поперечным направлением волокон считаются пригодными лишь для топлива. Сучковатые части обычно поступают в продажу в виде рогулин и имеют приблизительно форму буквы «У». Длина их в редких случаях превышает двойной диаметр комлевой части.

Комли находятся обычно наполовину над землей, наполовину под ней. Самым простым способом выкорчевывания является раскапывание корней приблизительно на глубину 2—3 фута, отрубание толстых корней и валка ствола. При падении ствола выворачивается из-под почвы большая часть пня. При этом способе можно получить более длинные и ценные комли, чем при обычной валке, т. е. при подпиливании дерева приблизительно на высоте одного фута над почвой. Выкорчевывание такого пня представляет весьма утомительную и трудную работу.

На одном из осматриваемых нами заводов нам встретилось несколько комлей, покрытых корой. Они имели вид больших колоколов неправильной формы (рис. 71). При выделке фанеры первая рабочая операция заключается в опускании тяжелого комля при помощи крана в яму для проварки. Там он остается в течение нескольких дней, пока не станет вполне мягким. Затем он извлекается из ямы, очищается от коры, обтесывается и распиливается пополам (рис. 72). Вот тут и наступает самый важный момент: нужно выбрать способ разработки, при котором получилась бы наиболее красивая текстура. Распознавание тексту-

ды представляет особое искусство которое можно сравнить с искусством отбора сырья на корню.

О значении правильного распознавания текстуры говорят неизменно высокие, вырученные в отдельных случаях суммы. На одном

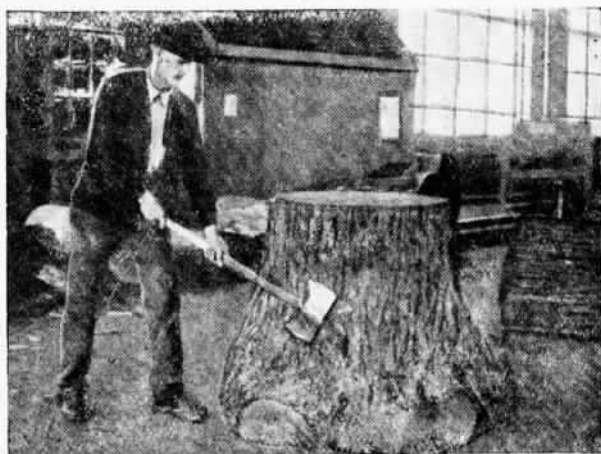


Рис. 71. Ореховый колоколообразный пенёк в необработанном виде

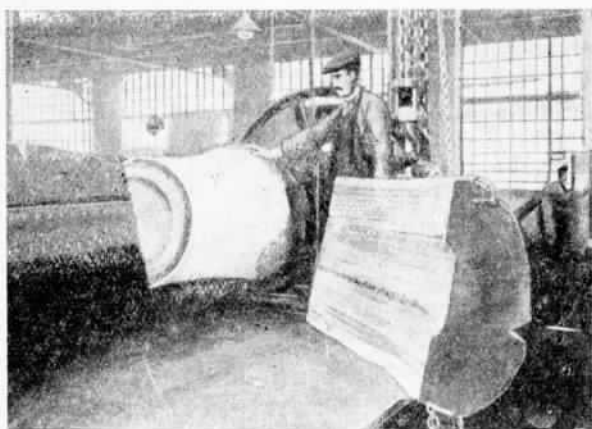


Рис. 72. Тот же ореховый пенёк, очищенный от коры, но распиленный на две половины и приготовленный для привинчивания к державке для лущения в пол-дерева. Другая половина уже закреплена в станке

заводе до сих пор рассказывают о редком экземпляре старого орехового дерева, разработанном много лет назад. Умелая разработка дала в общей сумме около 30 тыс. долл. Это конечно исключение, но оно все же подтверждает значение искусства умелого распознавания текстуры. Своеобразный эффект, достигае-

мый при таком умении подбора текстуры, показан на рис. 73, изображающем фанерный лист, симметрично составленный из четырех частей, последовательно снятых с одного комля. Требуемая для этого особая сноровка заключается в правильном решении вопроса, с какого места и под каким углом производить строжку, чтобы получить в готовой фанере наиболее тонкую узорчатость и характерный рисунок. После разрешения этого вопроса и распиловки пня пополам обычно заболонная сторона пластины, т. е. прежняя наружная сторона дерева, отпиливается параллельно первому пропилу. Получается ровная поверхность для укрепления половинки на станке. В эту поверхность ввинчиваются винты, прочно соединяющие древесину с державкой. При лущении в полдерева снимаемая с такой половинки комля фанера сохраняет контур колокола, так как узорчатые концы часто

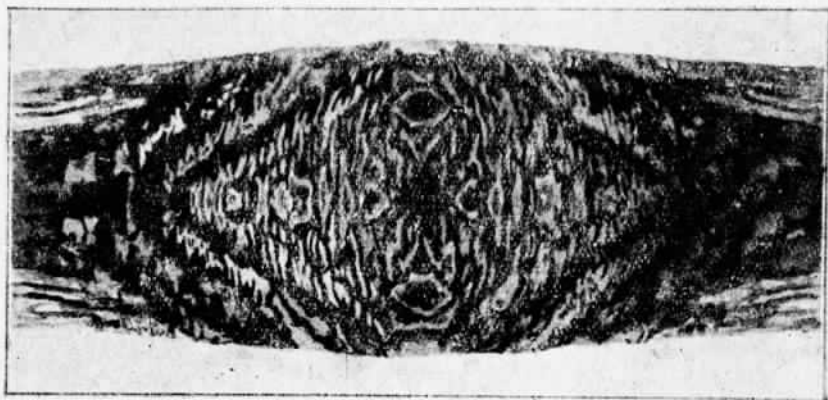


Рис. 73. Фанера из орехового напыла с красивым, симметрично составленная из четырех последовательно снятых в полдерева листов

представляют большую ценность. На рис. 74 видно, как получаются отдельные фанерные листы при разработке комля в полдерева.

Как и при описанных выше других способах производства фанеры из ценных пород, отдельные листы фанеры тщательно укладываются в последовательном порядке. Эта последовательность соблюдается также и при сушке и при дальнейших процессах обработки. Отбор образцов и обмер также производятся описанным выше способом.

Распиловка на плахи, укрепление и разработка фанеры из развилин, суковатостей и рогулин происходит точно таким же способом, как при разработке фанеры из комля.

Ореховая фанера с менее развитой узорчатостью, например с полосатой и другой текстурой, допускает помимо разработки в полдерева также и производство на фанерострогальном станке.

Строганая полосатая ореховая фанера. Отборные крупные и прямые ореховые бревна с диаметром около 457—

508 мм (18—20") и больше вполне пригодны для разработки на ножевую фанеру. Бревно прежде всего поступает в лесопилку и там распиливается на восьмигранные кряжи. При этом сразу же отделяется кора и крайняя заболонь. Затем кряж распиливается на две половины, но может подаваться на станок и в

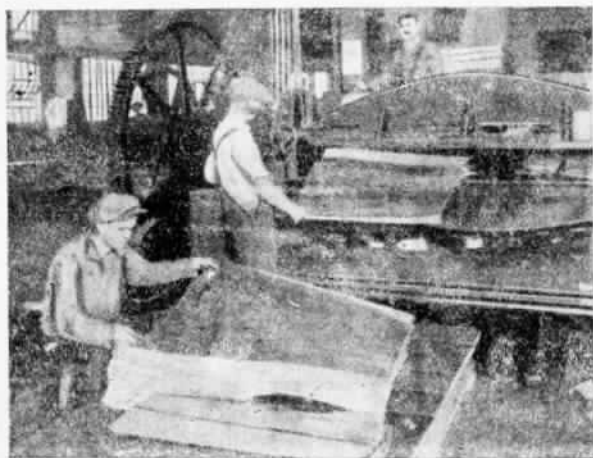


Рис. 74. Снятый в полдерева ореховый комлевой шпон в том виде, в каком он выходит из станка

целом не распиленном виде (рис. 75). Четвертины ореха разрабатываются по тому же способу, как и дубовые. Сегменты извлекают из парильных ям и камер, где они или варятся в кипятке, или пропариваются до тех пор, пока совершенно не пропитаются водой. Разработка сегментов производится или в полдерева, или на строгальных станках. Снятие фанеры, разгрузка, складывание

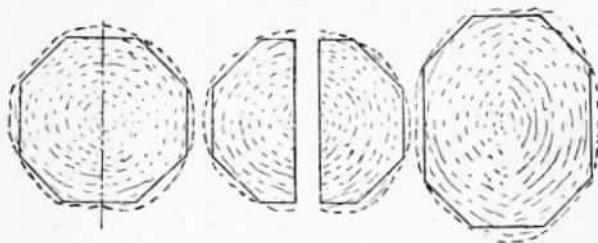


Рис. 75. Восьмигранные обрезные ореховые брусья, распиливаемые пополам, на четвертины или же поступающие на станок в виде восьмигранной призмы

и т. д. проводятся по описанному выше способу. При этом необходимо тщательно устанавливать нож и прижимную балку, а также следить за тем, чтобы древесина была достаточно пропитана влагой, без чего фанера при строжке легко ломается.

После срезания фанера при выделении пара начинает менять свою окраску. Американцы называют эту стадию «потением». Стремление к достижению равномерной окраски или определенного оттенка фанеры предписывает тщательное установление и выдерживание срока этой стадии производства. Слегка окрашенная фанера получается при непродолжительной выдержке фанеры в этом состоянии. Более темные насыщенные оттенки требуют более длительного пропаривания или периода потения. Немедленно после снятия на фанере выступает зеленоватый отлив. Необходимо выждать, пока этот отлив не исчезнет. Как только кончается процесс выделения пара, фанеру тотчас же высушивают на решетинах или в механических сушилках. После просушки она снова укладывается в точном последовательном порядке и обрабатывается, маркируется и упаковывается описанным выше способом. На рис. 76 изображена строганая фанера из американского черного ореха с прожилками.

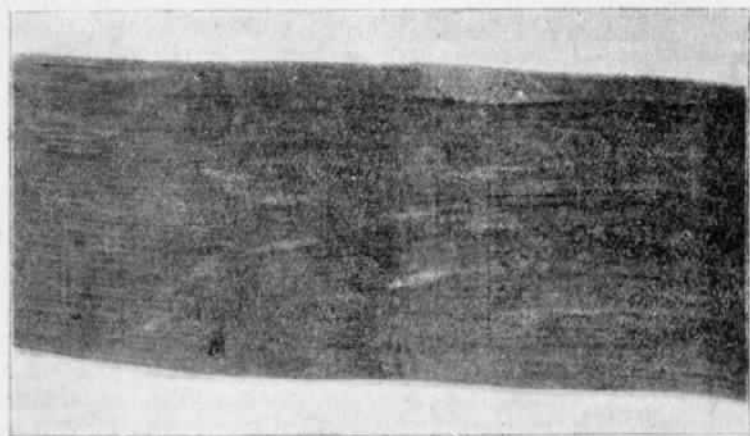


Рис. 76. Ножевая фанера из американского ореха

Со слов заведующего производством передаем случай, имевший место на одном из заводов.

«Мы стояли у станка и любовались чудными узорами выходящей из-под ножа замечательной ореховой фанеры, как вдруг поднялась рука и раздался возглас с места, где складывались листы. Зазвучал колокольчик, и огромный станок остановился. Станочник отодвинул кряж от ножа и быстро выдолбил из сегмента пятно величиною с пятачок. «Это старый, заросший гвоздь», сказал он и через минуту вытащил кусок старого проволоочного гвоздя, вбитого в молодой ствол может быть каким-либо шалуном-мальчишкой 75 лет назад. Опытный глаз складчика заметил легкое изменение окраски; он заставил остановить машину и исследовать причину дефекта. Этим он спас целый фанерный нож. Снова раздался колокольчик, и работа продолжалась, как будто ничего не случилось».

Случаи этого рода показывают всю важность воздействия человека на производственный процесс. Человеческий мозг должен все время быть на страже против случаев, могущих разрушить любое, даже самое совершенное оборудование.

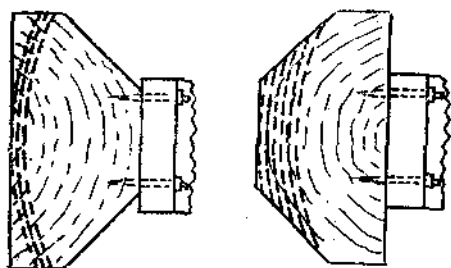


Рис. 77. Слева — половинка орехового бруса, укрепленная на державке, для лущения в полдерева таким образом, что листы шпона снимаются со стороны ядра. Справа — половинка, срезаемая тангентально

Ореховые фанерные брусья диаметром около 300—400 мм (12—15") слишком малы для производства ножевой фанеры. Но обычно, если бревна прямые и здоровые, они еще пригодны для разработки в полдерева, дающей более широкую фанеру, чем фанерострогальный станок. Другими словами, небольшое разработанное в полдерева на лущильном станке бревно дает фанеру приблизительно той же ширины, что и более крупное бревно при разработке на строгальном станке.

Если сегмент укреплять на державке со стороны ядра, как изображено на рис. 77, то рез идет параллельно годичным кольцам. Закрепление сегмента с узкой стороны, т. е. со стороны коры (см. левую сторону рис. 77), дает «обратный срез», так как при этом линия реза проходит по отношению к годичным кольцам в противоположном направлении. В последнем случае получаются более богатые узоры. Заболонь орехового дерева имеет гораздо более светлую коричневую окраску, чем темнокоричневое ядро или так называемое «черное дерево». Спрос на заболонную фанеру не слишком велик, так как в мебельном производстве ценятся более богатые темные оттенки, которых трудно добиться при светлоокрашенной древесине. В связи с этим преимущественно применяются конечно способы производства, дающие наибольшее количество фанеры с рисунками темных оттенков. Поэтому лущение в полдерева применяется главным образом для снятия фанеры из «черного дерева».

Производство фанеры при помощи лущения

Пиление, строгка и лущение в полдерева представляют способы производства, находящие в Америке главное применение для изготовления фанеры из ценных пород и с богатой текстурой. Эта фанера идет преимущественно на рубашки. Выше приведены были дальнейшие области применения этих способов производства. Указывалось также на то, что в отличие от американских условий в европейской промышленности распространено производство строганой фанеры, применяемой даже для серединок. В Германии например в большом количестве вырабатывается

строганая фанера из таких африканских пород, как габун, абахи, а также из европейской сосны. Достоинства такой фанеры будут разобраны при рассмотрении конструкции клееной фанеры.

Разворачивание фанеры на лущильном станке является наиболее продуктивным и хозяйственным способом производства в тех случаях, когда не придается большого значения узорчатости и когда важно не качество, а количество. Правда, некоторые породы с красивой текстурой, например клен с «птичьим глазом», береза с «узором» в виде хлопьев и т. д., наиболее целесообразно разрабатывать на лущильном станке, так как структура, образующая узорчатость, направлена радиально, и поэтому наиболее красивые рисунки получаются при поперечном ее срезе. Однако производство лущеной фанеры из ценных пород все же составляет исключение.

На лущильном станке разрабатываются почти все древесные породы, но рамки этого труда заставляют нас ограничиться описанием способа производства лишь нескольких видов. Мы остановимся на северной березе, южном эвкалипте, светлом и темном дубе, тополе и западной дугласовой пихте. Эти породы на американском рынке имеют наибольшее значение. Применяясь к европейским условиям, для пояснения прежде всего необходимо сделать некоторые краткие примечания об африканских породах — габуне, или окумэ, и разновидности этих пород. Кроме того следует еще указать на различия в способах разработки используемых в американской промышленности разновидностей березы (главным образом канадской) и видов, пользующихся наибольшим спросом на европейском рынке (русской, финской и прибалтийской березы). Коснемся также сосны.

Лущеная березовая фанера. Главные промышленные центры для разработки березы — штаты Висконсин и Мичиган, хотя береза за последние годы в значительном количестве разрабатывается и в северо-восточных штатах.

Следует отметить, что и в Европе береза разрабатывается на фанеру в большом количестве. В Англию больше всего ввозится канадская береза. В общем же, главным спросом на европейских рынках, пользуется русская, финская, латышская и в ограниченном количестве польская береза. Несмотря на сравнительно небольшое расстояние между Финляндией и Латвией, задача разработки березы в обеих странах представляет некоторые различия, что объясняется различиями почвенных условий обеих стран. Понятно, что при громадном протяжении СССР русскую березу также нельзя рассматривать как однородную.

Ниже мы проследим производство фанеры по отдельным стадиям — от валки леса до сушки — в том порядке, в каком процесс производства разворачивается на американском фанерном заводе. В описание включены некоторые замечания, касающиеся европейских условий.

Прямой, здоровый и чистый березовый ствол длиной от 18 м (60') до самых коротких бревен встречается толщиной до 3 англ. футов (900 мм), измеренной у комля. В Европе мы как правило

не располагаем березой такой толщины и должны удовлетворяться значительно более тонкими бревнами. В Латвии например максимальная толщина поступающих в разработку бревен 483 мм (19") по диаметру, а самые тонкие из пригодных для разработки — только 127 мм (5"). Приводимая ниже табл. 48 показывает установленный в Латвии в 1928 г. процент потребления бревен различной толщины:

Таблица 48

Диаметр бревна		% потребления
дюймы	мм	
5—7 $\frac{1}{2}$	127—190	1,41
8—8 $\frac{1}{2}$	203—216	13,45
9—9 $\frac{1}{2}$	229—241	24,29
10—11 $\frac{1}{2}$	254—292	37,78
12—13 $\frac{1}{2}$	305—343	17,35
14—15	356—381	4,22
15 $\frac{1}{2}$ —19	394—483	1,50

Из этой таблицы видно, что европейские заводы в отношении конструкции станков, способа распиловки бревен и вообще всех условий разработки в значительно большей мере должны учитывать необходимость рационального использования материала, чем американские заводы, на которые поступают для разработки крупные и толстые бревна.



Рис. 78. Березовое сырье с американского севера частью в штабелях (слева), частью отсортированное для передачи на завод

Валка производится преимущественно зимой. Бревна на полах доставляются на железнодорожную станцию и перевозятся на платформах и большими штабелями, изображенными на

рис. 78, складываются при фанерных заводах. Березовые бревна отлично сохраняются в холодную погоду.

Производство березовой фанеры приурочивается поэтому главным образом ко времени от ноября до июня, с июня же до ноября оно постепенно уменьшается. Предварительная сортировка по толщине и качеству леса производится уже во время разгрузки вагонов. Таким образом избегается излишняя переброска сырья, и к каждому лущильному станку подается подходящий для него материал.

На Европейском Востоке валка происходит между ноябрем и концом марта и по мере возможности с мая и до начала осени сплавляется к месту назначения. Для транспорта леса широко пользуются конечно также и железной дорогой. С биржи бревна поступают на поперечные пилы, на которых они с некоторым допуском распиливаются на чураки определенной длины. Чураки загружаются в яму для проварки, где они, в зависимости от породы дерева и цели его применения, остаются на время при температуре, не превышающей 82°. В общем для европейских пород такая температура не применяется. В Латвии например допускается температура не выше 40—50°, так как в противном случае дерево легко может растрескаться; немного более высокие температуры допускаются только летом.

Рис. 79—82 изображают процесс разделки бревен на чураки на обрезной пиле (так называемом «лисьем хвосте»), подачу чураков к подземным парильным камерам, их транспортировку и очистку от коры. В Европе расходятся взгляды на то, что более целесообразно: производить ли сначала разделку бревен и затем распаривать их, или же, как часто практикуется на крупных европейских заводах, сперва пропаривать бревна с тем, чтобы при распиловке уже можно было учесть пороки, обнаруженные в процессе распаривания.

Процесс варки размягчает древесину, облегчает лущение и укладку фанеры. Одновременно удаляется грязь и разрыхляется кора. Готовый окоренный чурок подается к лущильному станку посредством небольшого деррика, а в Европе обычно посредством простых или электрических талей. Сначала кряжу путем обдирки придают цилиндрическую форму, после чего он готов для разворачивания на длинную фанерную ленту.

Требуется известный опыт и сноровка, чтобы безошибочно решить, дает ли данный кряж по качеству и текстуре декоративный узорчатый материал, или же фанеру для серединок. Как только этот вопрос решен, устанавливается требуемая толщина снимаемой фанеры и укрепляются оба делительных ножа, образующих боковые кромки фанерной ленты. Влажный мягкий фанерный шпон снимается с толстых американских бревен лентами в 12—15 м (40—50'). (Размер в направлении волокна в фанерном производстве обозначается как длина, размер поперек волокна — как ширина, если даже ширина превышает длину — см. рис. 83.). Ленты шпона складываются слой за слоем на рабочем столе, пока целиком не разработан весь чурок до остатка

— каталки (карандаша). Эти каталки идут на обрешетины и для других целей (рис. 84). Штабеля фанерного шпона посредством цепного или ленточного транспортера подаются к ножницам, разрезающим их на требуемую ширину пачками толщиной в 25,4—76 мм (1—3"). С ножниц разрезанный шпон поступает в



Рис. 79. Разделка бревен на чураки

сушилки, в которых его влагосодержание понижается до желаемого уровня, обычно от 5 до 10%, в зависимости от применения. Описанным выше способом производится большое количе-

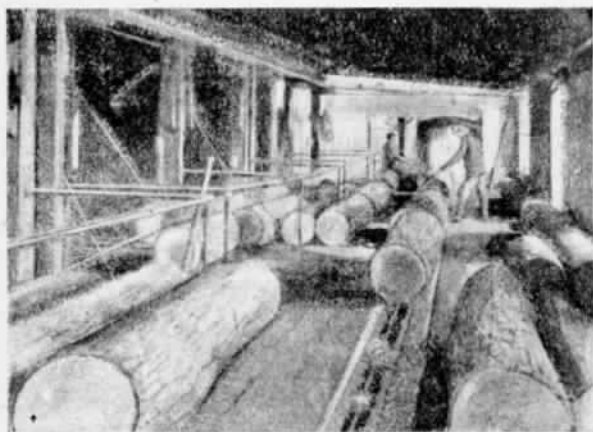


Рис. 80. Передача чураков посредством желобчатого транспортера в парильную яму (с левой стороны видны подъемные двери парилки)

ство березовой фанеры, обычно пятислойной с размерами листов 610 × 610 мм (2' × 2'), идущей на изготовление гнутых сидений для театра, кино или аудиторий. Лучшие листы отсортировыв-

вают для лицевых рубашек, шпон более низкого качества употребляют для левых рубашек, затем идут внутренние слои, составляемые часто из листов различной ширины. Остальной шпон разрабатывается на серединки. Толщина рубашек и листов для внутренних шпонов — $\frac{1}{20}$ — $\frac{1}{16}$ " (1,27—1,6 мм), серединки — 1,6—3,2 мм ($\frac{1}{16}$ — $\frac{1}{8}$ "), смотря по надобности.

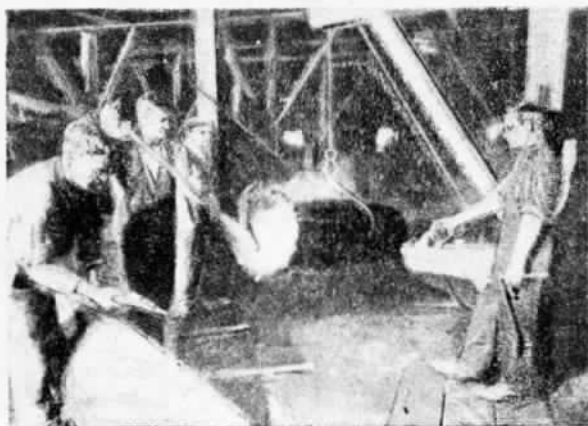


Рис. 81. Выгруженные из парильных камер чураки, готовые для окорки

Как мы уже указали, европейская фанерная промышленность не располагает такими толстыми бревнами, какие произрастают в лесах Соединенных штатов и Канады. В Европе лента указанной



Рис. 82. Окорка размягченных чураков

ширины получается редко. На некоторых заводах резка производится установленными на небольшом расстоянии за станком автоматическими ножницами, разрезающими шпон на гребуюмую

ширину. На рис. 85 изображен такой лущильный станок с установленными сзади него ножницами. В ножницах предусмотрено приспособление, с помощью которого обслуживающий его рабочий в случае надобности вырезает дефектное место в ленте

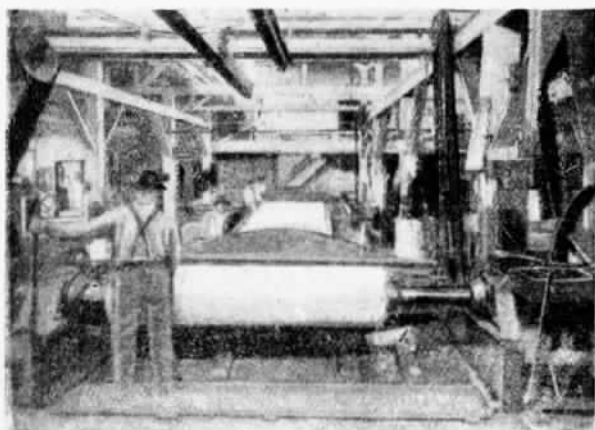


Рис. 83. Вид лущильного станка сзади. За станком видны ножницы для разрезания шпона

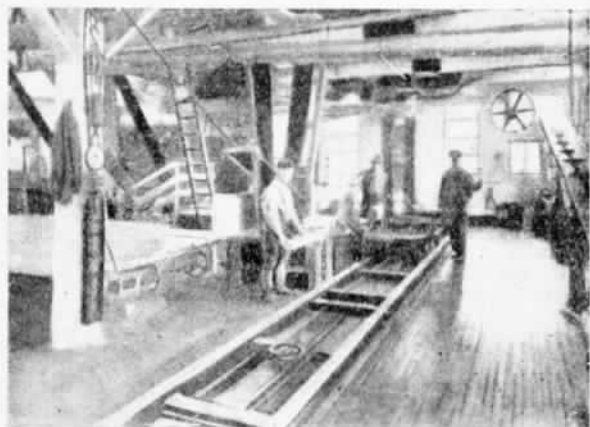


Рис. 84. Круглая пила для распиливания карандашей

путем простого нажима педали. Хороший шпон со стола автоматически передается в штабеля сзади ножниц, в то время как вырезанный брак падает под ножницы.

Описанные американские способы производства применяются не только при разработке березы, но и ряда других древесных

пород, как клена, липы, вяза и дуба. В Европе дуб очень редко или вернее никогда не разрабатывается на лущильных станках. В Америке же все указанные породы разрабатываются путем лущения. Из липы изготовляется фанера преимущественно для внутренних шпонов и серединок, из вяза, ясеня, дуба — для рубашек, высоких панелей, внутренней отделки и дверей, клен же служит для производства таких сортов, где прочность и твердость материала преобладают над внешним ее видом. Узорчатая береза разрабатывается на шпон на лущильных станках обычным способом и в полдерева, но иногда и на строгальном станке, в зависимости от применения. На рис. 86 показана лущеная березовая фанера с нормальной текстурой. На рис. 87 — так называемая «узорчатая» березовая фанера.

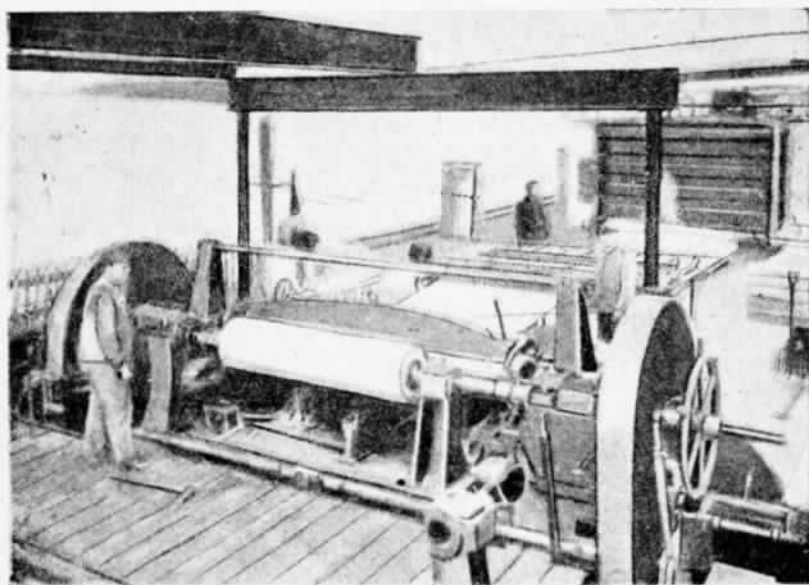


Рис. 85. Вид лущильного станка сзади. Лента шпона движется от станка непосредственно к ножницам

При разработке получается большой сравнительно отпад в виде торцов, забракованных листов шпона и каталок.

В образцовом производстве легко установить, оправдывает ли стоимость сырья расходы на рабочую силу в такой мере, чтобы выработка фанеры была рентабельной. Из хороших бревен иногда удается получить до 75% полезной фанеры.

Европейская береза не дает такого высокого процента выхода, несмотря на то, что она разрабатывается до каталки меньшего диаметра, чем это практикуется на американских заводах. Незначительный диаметр европейской березы обычно обуславливает следующий способ ее разработки: сначала шпон снимают с чурака, пока последний не достигнет определенного диаметра



Рис. 86. Лушечная берез. Светлая заболонь и темное ядро



Рис. 87. Лушенный березовый шпон с пестрой текстурой

(для изготовления листов фанеры большой длины — 1 600 — 1 300 мм ($5\frac{1}{4}'$ — $4\frac{1}{4}'$), затем остаток чурака укорачивают для дальнейшей разработки на малых лущильных станках с 102 до 50 мм (от 4" до 2"). До какого диаметра доводится чурка в процессе лущения в Латвии, видно из табл. 49.

Таблица 49

Длина фанеры		Диаметр каталок	
(в футах)	(в мм)	(в дюймах)	(в мм)
5	1 524	5—4	127—102
4	1 219	4	102
3	914	3	76
2	610	2 $\frac{1}{2}$	64

Использование чураков такого небольшого диаметра возможно лишь в случаях, когда из клееной фанеры помимо крупных объектов изготавливаются в большом количестве чайные ящики и

ящики для резины. В этой отрасли промышленности северная береза употребляется в громадном количестве. В европейских лимитрофах с самого начала развития фанерной промышленности первое место занимало производство фанеры для указанной выше цели, так как считают, что фанера из северной березы — единственный упаковочный материал для дорогих чайных сортов, не отражающийся на вкусе и запахе даже самых чувствительных сортов чая. Как это ни странно, но уже в течение десятков лет бедная крупным лесом Северная Европа поставляет ящичный материал из фанеры для упаковки продуктов, погружаемых в Европу из самых богатых лесом стран Индии.

Заводы, разрабатывающие березу вплоть до небольших каталок (как это практикуется в Латвии), в лучшем случае достигают использования материала на 40—43%. Заводы, занимающиеся производством требуемой для чайных ящиков мелкой фанеры и на которых минимальный размер изготавливаемой фанеры применяется для сидений, в редких случаях достигают использования материала свыше 30%.

Некоторые заводы европейских лимитрофов непосредственно после лущения изготавливают из шпона, не понижая его влагосодержания, так называемую «фанеру сырой клейки», пригодную правда только для упаковочных целей. Другие заводы, наоборот, независимо от цели применения, так же как в Америке и в Европе, предварительно подвергают шпон сушке. Шпон тщательно сортируется по цвету, беспорочности и целям применения. На заводах, производящих исключительно шпон, последний поступает в упаковочное помещение или на склад, где и остается до загрузки при поддержании соответствующей температуры. На заводах, связанных с производством клееной фанеры, шпон после сушки поступает в помещение для фугования, где он до процесса склейки предварительно обрабатывается на специальных станках.

Лущеная эвкалиптовая фанера. Эвкалипт — это стандартное сырье фанерных заводов на юге США. Эвкалиптовая фанера применяется, начиная с производства высокоценной узорчатой фанеры, пригодной для составления симметричных рисунков на правых рубашках, кончая фанерой, идущей на внутренние слои, серединки, левые рубашки. Существует целый ряд разновидностей эвкалипта. Древесина его крепкая и плотная. Очень высокие и толстые стволы обнаруживают сравнительно мало пороков. Почти одна треть всей фанерной продукции США разрабатывается из разновидностей эвкалипта.

Текстура эвкалипта образуется из своеобразного сочетания более темного и более светлого пигментов. Иногда она полосатая. Бревна с исключительно красивой текстурой с целью лучшего выявления окраски и рисунка обычно распиливают на четвертины и разрабатывают на фанерострогальном станке.

Красный эвкалипт высоко ценится в столярном и мебельном производствах не только за то, что он отлично полируется, сохраняя свои естественные оттенки, но и потому, что

из этой древесины можно изготовлять прекрасную имитацию ореха и красного дерева.

Эвкалипт растет на горных краях, окруженных болотистой местностью. Поэтому валка и транспорт его возможны только в сухое время года, т.е. во время южного лета. Если бревна в течение июля, августа и сентября, а иногда даже октября не хранятся под водой, они вследствие разрушения древесины насекомыми могут стать совершенно непригодными для разработки на фанеру или даже на пиленный материал. Насекомые проникают через заболонь в сердцевину. Случается, что насекомые за несколько дней совершенно разрушают заболонь.

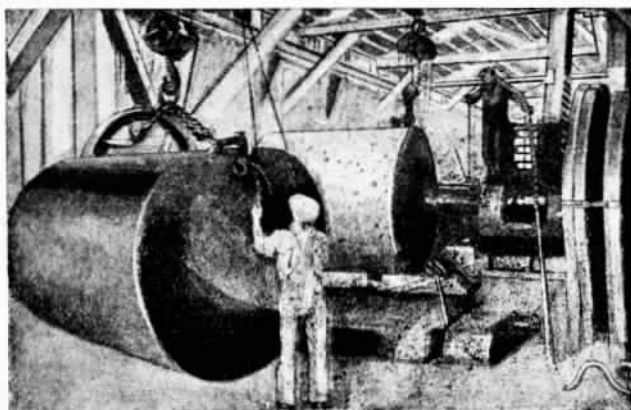


Рис. 88. Большой лущильный станок для разработки дугласовой пихты. Один чурак уже разворачивается в станке, а второй подвешен для подачи к станку

Для разработки южных разновидностей эвкалипта применяют лущильные станки очень тяжелой конструкции. поэтому края можно разворачивать лишь до минимально допускаемого станком диаметра. На рис. 88 показан подобный крупный лущильный станок. Первые снимаемые с заболони фанерные листы находят преимущественно применение там, где более всего ценится прочность материала и красивый рисунок. Шпон, получаемый из твердой сердцевины, дающей так называемый красный эвкалипт, чрезвычайно ценится в мебельном производстве за богатство красок и плотную структуру.

В прежнее время эвкалипт пользовался плохой репутацией за чрезвычайную свилеватость леса. Эту репутацию эвкалипт приобрел тогда, когда не умели еще ценить своеобразные достоинства этого дерева и не нашли еще правильного способа его обработки. При правильной обработке эвкалиптовая фанера вполне может выдержать конкуренцию с другими видами, за исключением фанеры из ценных пород. Многие потребители считают эвкалипт исключительно подходящим сырьем для производства клееной фанеры.

Лущеный дуб является стандартным фанерным материалом, применяемым в Америке для внутренней отделки квартир, контор и библиотек. Дубовая фанера толщиной в 2,1—1,6 мм ($\frac{1}{12}$ — $\frac{1}{16}$ ") обладает твердой прочной поверхностью. Фанера тоньше 1,3 мм ($\frac{1}{20}$ ") слишком чувствительна и ломка. Своеобразная структура с ярко выраженными сердцевинными лучами, создающими столь ценный шпигель, является причиной хрупкости тонкой лущеной фанеры.

Сердцевинный луч имеет радиальное направление, поэтому лущеная дубовая фанера легко ломается и в поперечном к волокнам направлении. В Европе дубовая фанера редко производится путем лущения.

Лущеная тополевая фанера употребляется преимущественно в качестве внутреннего шпона, левых рубашек и серединок. Структура древесины тополя весьма пригодна для этой цели, так как бревна большей частью здоровы, фанера не дает трещин и листы фанеры остаются в плоском положении, не коробятся и не расщепляются, благодаря чему тополь легко поддается склеиванию.

Отборные прямые тополевые бревна диаметром 500 мм (20") и больше употребляются для производства высокоценной фанеры для серединок. Бревна нарезаются на требуемую длину с определенным допуском, что дает возможность с помощью делительных ножей сразу же при разворачивании получить фанеру с параллельными кромками.

На некоторых производствах чураки перед лущением проваривают в воде или распаривают, на других — разрабатывают в холодном виде. После снятия коры они поступают на лущильный станок для разработки на шпон соответствующей толщины. Бывают бревна, из которых получается шпон шириной в 3,6 м (12'), а часто даже до 4,8 м (16').

Резка шпона производится описанным выше способом. Листы подвергаются естественной или искусственной сушке, после этого они сортируются, упаковываются и готовы к отправке.

Обычно на текстуру тополя не обращают особого внимания, поэтому нет необходимости штабелевать фанеру в том же порядке, в каком она снимается с кряжа. Для дорогих сортов мебели и панелей применяется шпон из одного куска, однако на многих производствах он составляется из нескольких частей, сфугованных и склеенных посредством бумажных полосок.

Европейская промышленность давно отказалась от той точки зрения, что для производства особо ценных изделий необходимо пользоваться исключительно цельным шпоном. Мы еще вернемся к этому вопросу при рассмотрении отдельных видов изготавливаемой в Европе переклейки. Нормальные толщины такого шпона 1,6 или 1,3 мм ($\frac{1}{16}$ или $\frac{1}{20}$ "), но производятся также более толстые и более тонкие листы.

Тополевые серединки. Для них применяются более толстые листы. Такими серединками пользуются при конструкции трехслойки или пятайслойки. Нормальная их толщина: 3,2 мм ($\frac{1}{8}$ ").

4,8 мм ($\frac{3}{16}$ "), 6,4 мм ($\frac{1}{4}$ "), но в отдельных случаях встречается шпон толщиной в 8 мм ($\frac{5}{16}$ ").

Лущеная фанера из дугласовой пихты. Леса прибрежья Тихого океана почти сплошь состоят из хвойных деревьев. Обычно их называют мягкими породами (в противоположность лиственным деревьям, дающим твердые породы). Наиболее распространенной породой является дугласова пихта, в широком масштабе разрабатываемая на пиленный и строительный лес для внутренней отделки помещений. К открытию Колумбом Америки большинство сегодняшних стволов дугласовой пихты уже стояло на корню.

Тщательно выбранные и без пороков бревна отправляют на фанерные заводы. Посредством цепной пилы огромные кряжи распиливают на чураки длиной 1,8, 2,5 или 3 м (6, 8 или 10'), после чего погружают при помощи больших кранов или других подъемных приспособлений в парильные камеры или ямы соответствующих размеров, где они распариваются или провариваются в воде в течение 24 час. или больше. Процесс распаривания или варки в известной степени понижает гигроскопичность дерева, т. е. склонность дерева к впитыванию влаги. На дереве, подвергнутом обработке этим способом, меньше отражаются климатические условия. Новейшие исследования показали, что варка и распаривание косвенным образом облегчают обработку древесины и благоприятно отражаются на последующей сушке. Распаривание и варка кроме того вызывают временное смягчение дерева, облегчающее его лущение на шпон, предназначенный для производства переклейки. После распаривания или варки снимается толстая тяжелая кора. Кряжи закрепляются на крупных лущильных станках специальной для Тихоокеанского побережья конструкции (рис. 88). Точная центровка кряжа дает возможность получить весьма красивый характерный рисунок. Кряж разворачивается на шпон толщиной от 2,54 до 6,35 мм (от $\frac{1}{10}$ до $\frac{1}{4}$ "). Посредством автоматических ножниц шпон затем разрезается на части соответствующей ширины и подается в сушила, где он высушивается воздухом с сравнительно высоким влагосодержанием и высокой температурой. Влага быстро выделяется, и содержащаяся в древесине смола уплотняется, не уменьшая этим прочности дерева. Под влиянием этой обработки понижается гигроскопичность дерева.

Сушеный шпон очень тщательно сортируют и затем отправляют на фанерный завод, где из него изготавливается трехслойка или пятислойка.

В Америке для изготовления дверей и панелей из дугласовой пихты принято пользоваться тремя или пятью листами шпона одинаковой толщины. Шпон с наиболее красивой текстурой и без пороков идет на рубашки, остальное — на внутренние шпоны и на серединки.

Обычно шпон снимается толщиной в 3,6 мм ($\frac{3}{8}$ "). Если склеены три таких листа, то после шлифовки получается переклейка в 9,5 мм ($\frac{3}{8}$ "). Изготавливается также переклейка, состоящая из

трех листов по 2,8 м.м ($1\frac{1}{8}$ ") каждый. Из последних изготавливается товар толщиной в 7,9 м.м ($5\frac{1}{16}$ "). Склейка фанеры продолжает процесс лущения и практически тесно связана с производством шпона. Размер отдельных листов шпона достаточно большой и только в редких случаях требуется составление и фугование рубашек. Серединки и внутренние шпоны достаточно толсты, так что их можно плотно складывать, не скрепляя их бумагой, как это требуется в конструкциях из более тонкого шпона. Европейские заводы придерживаются другого взгляда.

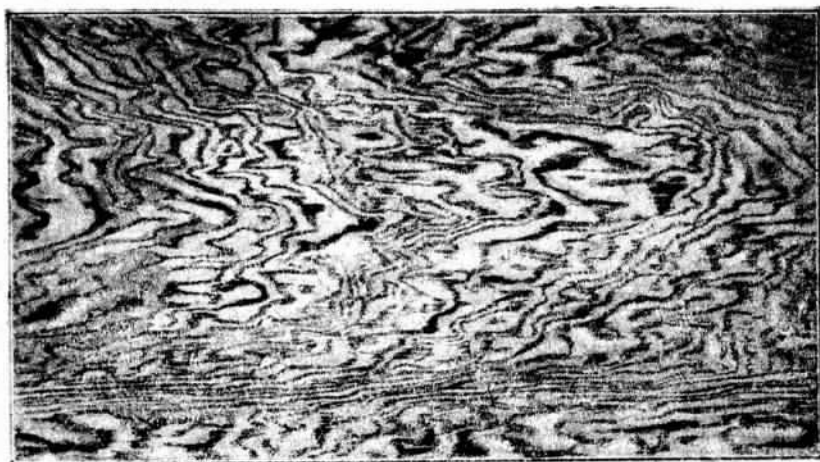


Рис. 89. Типичная текстура лущеной дугласовой пихты

Ниже приводятся доказательства того, что толстая фанера вследствие разбухания клея может обнаруживать на швах осадки или же, если не соблюдено надлежащее расстояние, швы могут разойтись. Большие партии этой фанеры сбываются в восточную часть Америки. Довольно значительная часть их вывозится и в европейские страны.

Лущеная дугласова пихта отличается крупной своеобразной текстурой, образуемой годичными кольцами с более плотной летней зоной, выросшей в сухое время года. Рисунок часто настолько симметричен, что при использовании для филенок производит прекрасное впечатление (рис. 89).

Лущеная сосна и ель. В Европе из хвойных пород кроме импортированного из Америки шпона из дугласовой пихты разрабатываются также и европейские разновидности сосны и ели. Швеция потребляет для своего фанерного производства исключительно местную сосну, обнаруживающую некоторые различия в зависимости от того, произрастает ли она на гористом севере или в равнинах Южной Швеции.

В прибалтийских странах, в которых березы становятся все меньше, также начинают разрабатывать сосну. Из мягких пород Германии в фанерном производстве употребляется преимущест-

венно сосна, привезенная из Восточной Пруссии и Польши. Максимальным диаметром европейских хвойных бревен можно считать 500 мм (20"). В общем в крупных партиях толстых бревен редко встречаются экземпляры с диаметром больше 450—470 мм, что приблизительно соответствует 18—19". Валку сосны производят преимущественно зимой, большей частью ее сплавляют и до разработки оставляют в бассейне с водой для предупреждения синевы и понижения ее качества. Взгляды относительно

того, следует ли отдавать предпочтение варке, распариванию в ямах или камерах, или же в котлах под давлением пара, расходятся. Большой частью длинные бревна сперва распариваются или варятся и затем только разрезаются на чураки, соответствующие по длине лущильным станкам, так как в этом случае легче вырезать порочные места. Лущение, резка, сушка и т. п. происходят тем же или сходным образом, как описано выше.

Было упомянуто, что сосна разрабатывается и на строгальном станке, так как в некоторых областях ее применения, как например в производстве известного рода панелей и мебели, ценится именно типичная сосновая текстура, получаемая только в ножевой фанере.

Для рубашек большей частью применяется лущеная фанера из цельного куска, для внутренних шпонов и серединок — листы, составленные из нескольких кусков, тщательно сфугованных и склеенных впритык посредством особых машин. Для многих целей и рубашки составляются из нескольких листов, но это неприменимо в тех случаях, когда переклейка с такой



Рис. 90. Столярная плита, составленная из ножевого соснового шпона. Размер плиты 1,5 × 4,5 м

рубашкой предназначена для производства мебели, покрываемой только лаком. На рис. 91 показана текстура лущеной сосны. На возможность применения ножевой сосновой фанеры минимальной толщины в 5 мм ($\frac{3}{64}$ ") для изготовления серединок для толстых щитов было указано выше, при рассмотрении производства строганой фанеры.

Лущеный бук. В Германии и Австрии широко развито производство лущеной фанеры из букового дерева. Твердый и плотный бук, продающийся в размерах до 500 мм (20"), требует

особо тщательной обработки распариванием и варкой. Главным образом применяется красный бук. Для достижения различных оттенков окраски дерева достаточно одного регулирования пропарки. Бук пользуется у нас той же славой, что эвкалипт в Америке. Действительно, при неумении обращаться с ним это дерево весьма трудно обрабатывать, так как при изменении влажности и температуры оно сильно коробится и поэтому требует особо осторожного обращения при сушке и дальнейшей

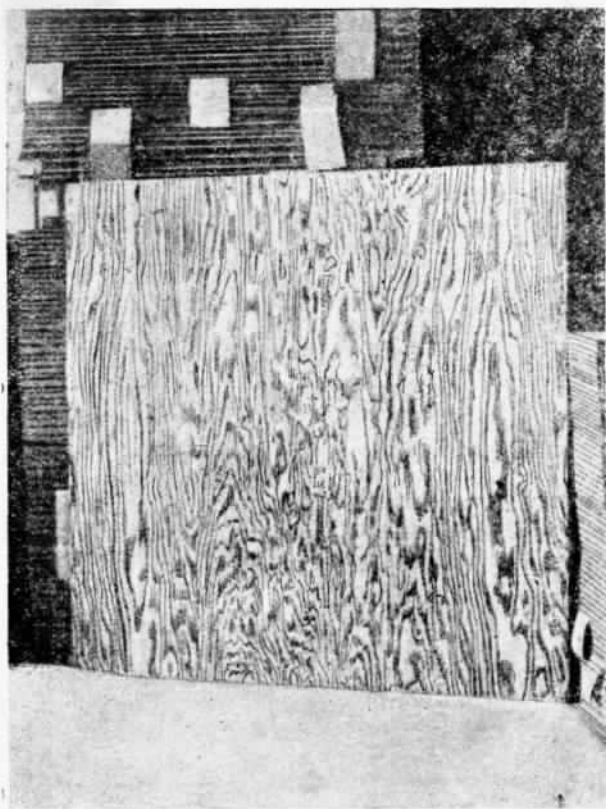


Рис. 91. Лущеная сосновая фанера

обработке. Так как береза, составляющая в Америке преимущественный материал для изготовления сидений, в Германии и Австрии поступает на рынок в весьма ограниченном количестве, то в этих странах для этой цели с успехом заменяют березовую фанеру буковой. Последняя редко применяется длиной свыше 1,6 м, т. е. около 5'. Разворачивание краёв на лущильном станке также осуществляется, как изложено выше, после пропарки и окорки. Лучшие листы шпона идут на рубашки, низкие сорта — для внутренних шпонов и серединок. Особые свойства букового дерева требуют составления внутренних шпо-

нов и серединок, а часто и рубашек, из нескольких листов, которые необходимо тщательно сфуговать и склеить на ребро без применения бумажных полос. Ниже дается подробное обоснование тому, что сконструированная из такого шпона переклейка не уступает по прочности и долговечности переклейке из цельных листов.

Лушенная фанера из окумэ, или габуна, и подобных ему африканских пород. В Европе, прежде всего во Франции и Германии, в широком масштабе разрабатываются громадные кряжи окумэ (габуна) и его разновидности, импортируемые с восточных берегов Африки. Эти кряжи, смотря по месту их произрастания, имеют различную окраску, они желтовато-белого цвета с светлокрасным оттенком красного дерева. Диаметр стволов достигает 1,6 м ($5\frac{1}{2}'$), иногда даже 1,8 м, т. е. почти 6'. Так как в бревнах с очень большим диаметром вследствие крайней свилеватости древесины близ сердцевины весьма трудно получить фанеру с гладкой поверхностью, то для производства фанеры высшего качества предпочитают бревна диаметром от 0,6 до 1,2 м (2—4'). Из произрастающего в Европе сырья сравнительно трудно получать крупные без пороков цельные фанерные листы. Небольшой диаметр средневропейского леса дает ограниченную возможность его использования, так как его нельзя разворачивать, подобно северной березе, до минимальных размеров, требуемых например для производства чайных ящиков. Неудивительно, что крупные заводы Франции и Германии заинтересовались этими громадными африканскими стволами, дающими крупнейшую продукцию, хотя плотность и качество ее не могут сравниться с продукцией местных пород.

Меньшие бревна прибывают в Европу в виде кругляка, а более крупные — отесанными брусьями. Если заводы не расположены у моря, что встречается только в виде исключения, этот лес сплавляется по рекам или транспортируется по железным дорогам в глубины материка. Бревна штабелюются посредством больших порталных кранов, изображенных на рис. 51 и 52.

В некоторых редких случаях бревна прибывают еще покрытыми корой. Для распиловки служат большие поперечные пилы.

Стволы габуна либо распаривают в специальных ямах, либо варят в воде. На рис. 92 изображен бассейн, в котором плавают чураки габуна, поднимаемые оттуда посредством крана. На рис. 93 показан ряд парилен, тщательно перекрытых для предупреждения опасности провала рабочих. Над парильнями установлены тали для снятия крышек и подъема бревен.

Бревна часто сильно загрязнены, поэтому после распаривания, даже если они очищены от коры, до процесса лушения требуется вторичная тщательная очистка. Крупные тяжелые кряжи подаются посредством кранов к лушильным станкам, закрепляются на них по возможности центрированными и разворачиваются на шпон. Конечно для этого требуются исключительно тяжелые станки, так как разрабатываются кряжи диаметром до 1,80 м (около 6') и длиной приблизительно до 2,7 м (9'). На рис. 94 показан

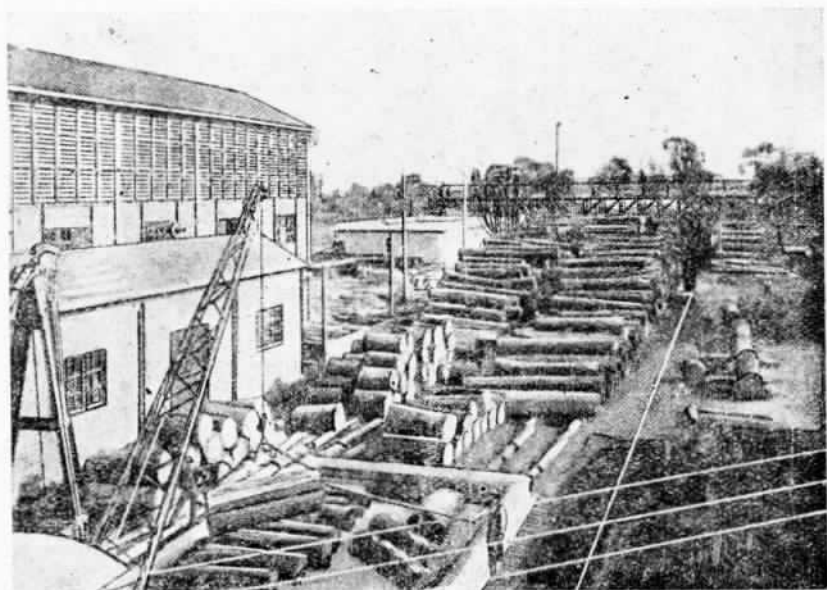


Рис. 92. Биржа и бассейн для бревен габуна. На заднем плане виден движущийся над штабелями кран — травеллер

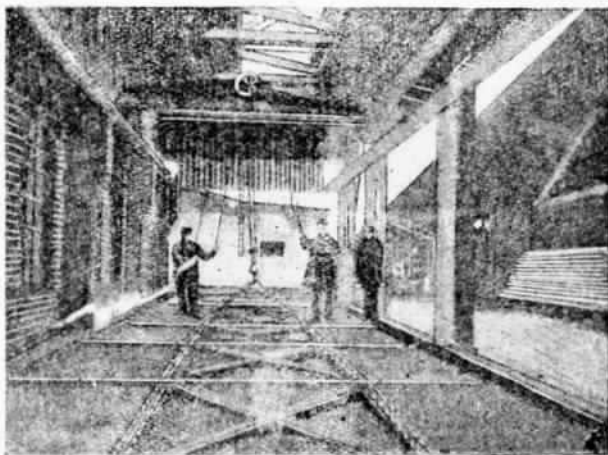


Рис. 93. Закрытые парильные ямы. Крышки поднимаются посредством передвижных талей

такого рода станок, сконструированный применительно к европейским требованиям. Один его внешний вид говорит об его способности выдерживать крупные нагрузки.

С такого бревна снимают очень широкие цельные ленты шпона, которые для большего удобства, в соответствии с устройством сушил, обычно сейчас же за станком разрезают на листы соответствующий длины. Шпон снимают толщиной от 1 мм (приблизительно $\frac{3}{64}$ ") до 6 ($\frac{15}{64}$ ") и даже до 10 мм ($\frac{25}{64}$ "). Несмотря на большой диаметр бревен, шпон из габуна применяется для рубашек не только в цельном куске, так как часто щиты изготавливаются длиной до 4,6 м (т. е. свыше 15') и даже до 5 м ($16\frac{1}{2}'$). Предназначенные для рубашек куски шпона тщательно сфуговываются и затем склеиваются на ребро на особых машинах.

Шпон для переклеивающих слоев и серединок производится исключительно из листов, составленных таким способом. Изготовленная из них переклейка в отношении сопротивления и долговечности несколько не уступает фанере, склеенной из цельных листов шпона.

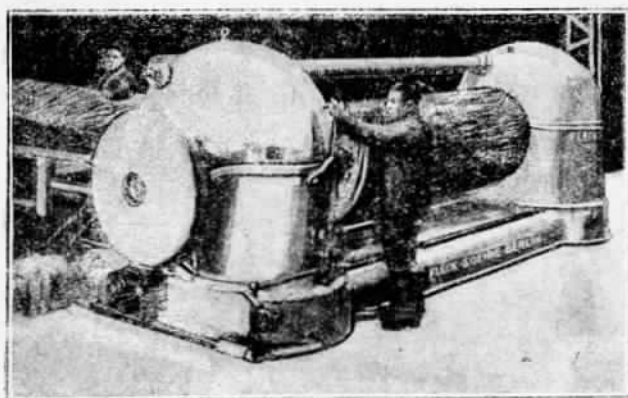


Рис. 94. Тяжелый лущильный станок для габуна диаметром 1,8 м (6') и длиной 2,7 м (9')

Фанера из этих пород часто производится также строганием. Несмотря на неплотность структуры, такая древесина благодаря своей красивой текстуре и возможности обработки под красное дерево часто служит материалом для облицовки стен, панелей и т. д. И из ножевой и из лущеной фанеры получается довольно красивая текстура (рис. 95).

Подобно сосне габун, идущий на лущеную фанеру толщиной в 5 мм ($\frac{3}{64}$ "), применяется также для изготовления составных серединок. Преимущества таких серединок заключаются в том, что они обнаруживают правильно расположенные годовичные кольца. В главе о серединках мы коснемся этого вопроса подробнее.

Изложенным еще далеко не исчерпывается список применяемых в Европе древесных пород, которые следовало бы рассмотреть для полноты изложения. Однако рамки настоящего труда поз-

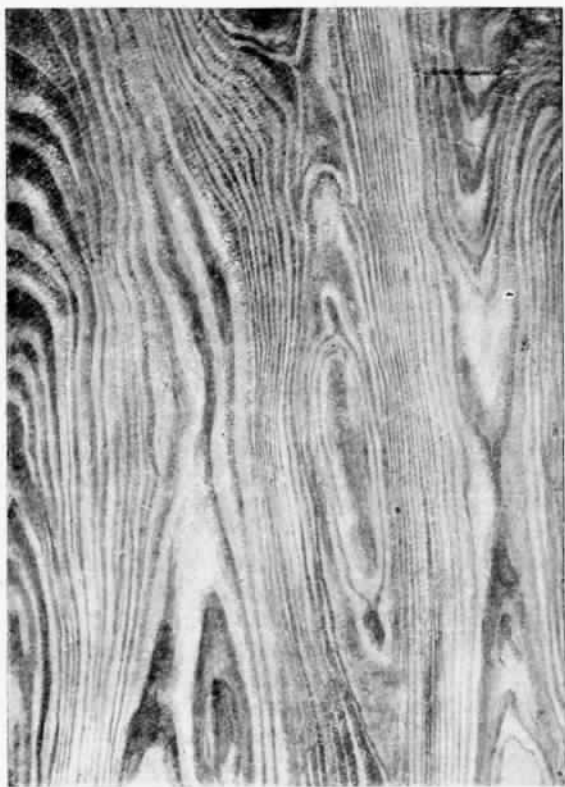


Рис. 95. Лущеная фанера из габуна

воляют остановиться только на отдельных, наиболее распространенных видах, тем более, что обработка других пород мало отличается от приведенных. Следует еще вкратце отметить, что на Балканском полуострове произрастает ряд древесных пород, которые в ближайшем будущем займут одно из первых мест на европейском фанерном рынке.

ОБРАБОТКА ФАНЕРНОГО ШПОНА

Вырабатываемый различными описанными в предыдущих главах способами шпон в подавляющем большинстве случаев перерабатывается в клееную фанеру. Шпон из ценных пород и обладающий красивой текстурой шпон из простых пород служат главным образом для декоративных целей при обклеивании поверхностей.

Ценные породы редко разрабатываются на листы такой толщины, чтобы они сами по себе могли служить поперечным слоем, как это практикуется в отношении узорчатой фанеры из простых пород.

Реже шпон идет на такие изделия, в которых его прочность достаточна без поперечной переклейки.

До сих пор не требовалось разграничения предприятий, сбывающих шпон в виде полуфабриката и подвергающих его дальнейшей обработке. Но если в следующих стадиях технологического процесса вплоть до сортировки и сушки шпона производство на тех и других заводах довольно однородное, то в дальнейшей обработке возникают такие различия в способе обработки и в оборудовании, что их приходится рассматривать отдельно.

В этой главе рассматривается обработка шпона из ценных пород до той стадии обработки, когда он наклеивается на готовую клееную фанеру, т. е. в момент, когда шпон как таковой готов для сбыта.

Предварительная обработка шпона и выработка переклейки разбирается в отдельной главе. При обработке шпона, предназначенного на клееную фанеру, наблюдаются крупные различия между европейским и американским производством, заключающиеся в частности в том, что щиты, особенно в Германии, вырабатываются более крупных размеров, чем в США. Самые методы многих процессов европейского производства, как например склеивание, в большинстве своем принципиально отличаются от американских. Так, в Америке клееная фанера производится чаще всего при нормальной или лишь слегка повышенной температуре, между тем как в Европе практикуются более высокие температуры. Существуют также различия и в пользовании видами клея, так как в США большое значение придается относительной водоупорности склейки.

Сушка шпона

Непосредственно после снятия шпона с края он должен подвергаться предварительной сушке для предупреждения ржавчины, нежелательного изменения окраски (исключение составляют случаи намеренного изменения окраски, например для получения более темных тонов при выработке ореховой фанеры) и для понижения взимаемых по весу расходов на перевозку.

Воздушная сушка. При благоприятных климатических условиях сушку можно производить на открытом воздухе. Более рациональна однако сушка в сушилах и сушильных камерах, где имеется возможность регулировать температуру и влажность в требуемых пределах. Для ускорения такой предварительной просушки часто применяется искусственная циркуляция воздуха. Процессом предварительной просушки, независимо от его способа, называется понижение влагосодержания приблизительно до 12%. После этого влага циркулирующего в складе воздуха начинает впитываться и отдаваться деревом весьма медленно, в зависимости от содержащейся в воздухе влаги. Многие специалисты предпочитают оставлять в древесине больше влаги, чтобы предупредить поломку шпона с красивой текстурой. Влагосодержание устанавливается путем взвешивания на чувствительных весах мелких образцов. Сперва образец взвешивается в том состоянии, в каком он взят из фанеры, затем он в электрической печи доводится до состояния абсолютной сухости. Установленный после этого сухой вес вычитывают из первоначального веса и исчисляют процентное содержание влаги путем следующего уравнения:

$$\frac{\text{влагосодержание в } \%}{\text{потеря веса в процессе сушки}} = \frac{\text{вес. абсолютн. сухой древесины}}{\text{вес. абсолютн. сухой древесины}} \times 100.$$

На рис. 96 изображена маленькая электрическая печь, с помощью которой определяется сухой вес. Как видно из рисунка, чашка установлена внутри печи. Минимальный вес считается достигнутым, если при температуре, которая, в зависимости от породы и образца, несколько выше 100°, прекращается отклонение коромысла весов.

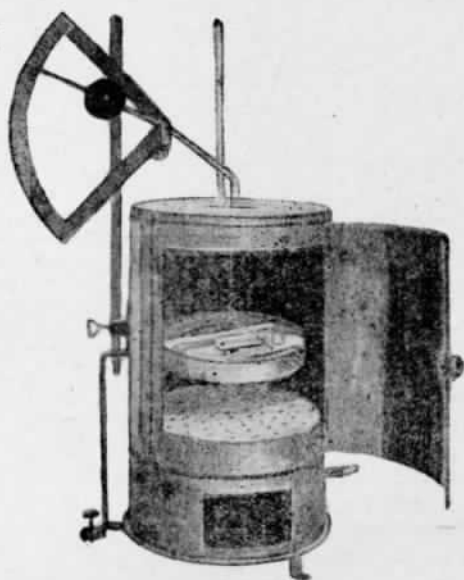
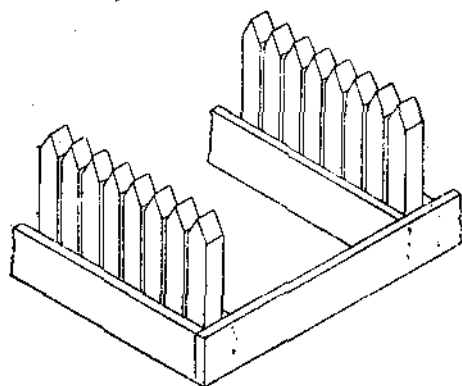


Рис. 96. Сушильная печь для определения сухого веса древесины. Отопление — электрическое. Контрольный образец кладется на укрепленную внутри печи чашку, подвеска которой проходит через верхнюю крышку печи и действует на чувствительные веса, установленные снаружи печи. Для измерения температуры предусмотрен термометр. Максимальная степень сухости достигнута, когда стрелка весов перестает менять свое положение.

Искусственная сушка в специальных помещениях. Этот способ сушки широко применяется при обработке самых ценных сортов шпона и во многих отношениях лучше всех остальных способов.

Лущеный шпон посредством маленьких пружинных скоб обычно подвешивают на проволоке, между тем как полосы ножевой или



пиленой фанеры устанавливают на ребро между стойками (рис. 97). Помещения для сушки должны снабжаться вентиляционными приспособлениями. Температуру целесообразно поддерживать приблизительно 32—38° при влагосодержании от 60 до 70%.

Более низкое содержание влаги вызывает на шпоне морщины и волнообразное коробление, что является результатом слишком быстрого и неравномерного высыхания. Рис. 93 дает общий вид одной американской сушилки такого типа. Рис. 98 показывает, какие громад-

Рис. 97. Пальцевая решетина для листов шпона во время сушки. Этот тип решетки дает возможность держать листы в том же последовательном порядке, в каком они сняты с сегмента кряжа

ные размеры может иметь сушильня при крупном фанерном предприятии.

Сушила непрерывного действия. Толстый шпон часто штабелируется на тележках (рис. 99). Отдельные листы шпона разделены дощатыми или металлическими прокладками в виде решеток. При штабелевке следует обращать внимание на то, чтобы прокладки, разделяющие отдельные листы, лежали точно одна над другой. В противном случае фанера в том месте, где над ней неправильно лежит прокладка, может сморщиться под давлением тяжести, искривляться, а иногда и треснуть. На рис. 99—прокладки деревянные. Ясно видно, что прозоры занимают гораздо большее пространство, чем фанерные листы, и таким образом полезная высота такого штабеля невелика.

В Германии в последнее время применяются в качестве прокладок решетки из особенно крепкого алюминия, типа, изображенного на рис. 100. Укладываются они в штабеля на тележках, над решеткой предыдущего слоя (как показано на рис. 101), перевернутой на 180°. Таким образом служащие опорой косо расположенные колосники направлены в другую сторону, вследствие чего листы шпона имеют опору на местах пересечения угловых косых колосников, т. е. только в отдельных точках. На рис. 100 дана схема укладки в штабеле фанерных листов и решеток. Ввиду того что алюминий и его сплавы не вызывают изменений окраски ни в одной из употребляемых на фанеру древесных по-

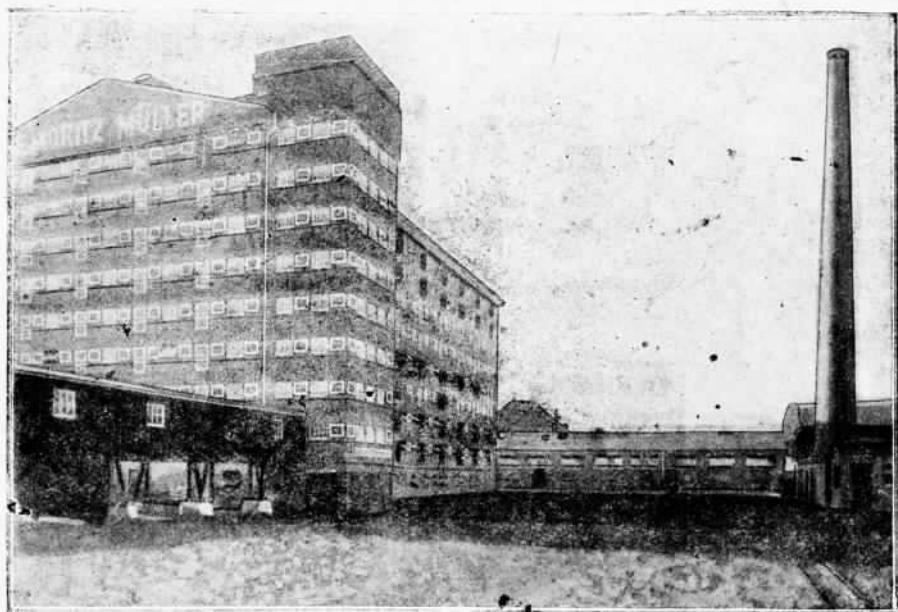


Рис. 98. Здание для сушки ножовой фанеры. Летом двери и окна открываются в зависимости от температуры и направления ветра. Заслуживает внимания устройство окон и дверей

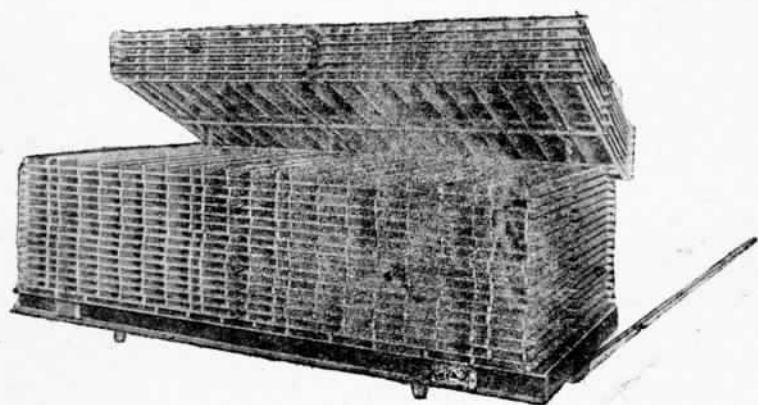


Рис. 99. Решетки для штабелевки на тележке влажного шпона, направляемого для сушки в сушильный канал

род, такие решетки оказались весьма рациональными. Нагруженные тележки постепенно проходят через сушильный канал, в котором регулируется температура и степень сухости. Такой канал изображен на рис. 102.

Подогретый воздух вступает в канал в том конце, где фанера из него выпускается, и направляется навстречу движению фанеры. Такое сооружение называется «каналом со встречной цир-

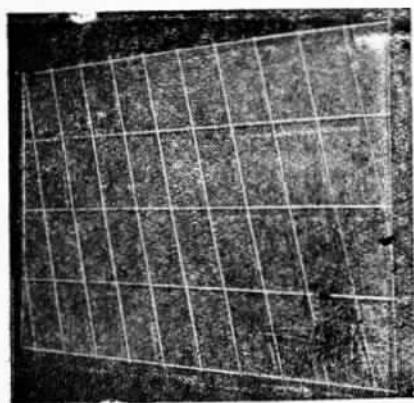


Рис. 100. Решетки из алюминия. Две смежные решетки укладывают одна на другую под углом 180° . Между каждыми двумя решетками загружают один или два слоя фанеры. Поперечные соединительные полосы тоньше продольных и поэтому легко пропускают воздух



Рис. 101. Решетки из алюминия. Схема, показывающая расположение решеток и шпона

куляцией воздуха». Конечно регулировать в нем по отдельным зонам температуру и влажность довольно трудно. Достигается это лишь при помощи отдельных нагревательных приборов, действующих в различных зонах канала. Температуру и влажность можно в известной степени регулировать путем соединения и разъединения этих зон.

В Германии за последнее время создана усовершенствованная система, схема которой дана на рис. 103. Сушильный канал по указанной на схеме конструкции приспособлен для параллельного движения двух тележек. Как показано на рис. 103, циркуляция воздуха происходит (см. слева внизу мелкие стрелки) поперек канала. Канал разделен большей частью на семь поясов. Впуск свежего воздуха устроен на левом конце канала. Воздух проталкивается первым вентилятором (рис. 103 слева внизу) сквозь уже совершенно высушенный штабель. Таким путем штабель охлаждается, а воздух до некоторой степени нагревается. Затем воздух нагнетается в первый нагревательный прибор для дальнейшего нагрева, протекает через канал под действием второго вентилятора, указанного на схеме сверху, и нагнетается им в следующий нагревательный прибор, чтобы затем снова проделать свой путь через канал. Под действием другого вентилятора он нагнетается

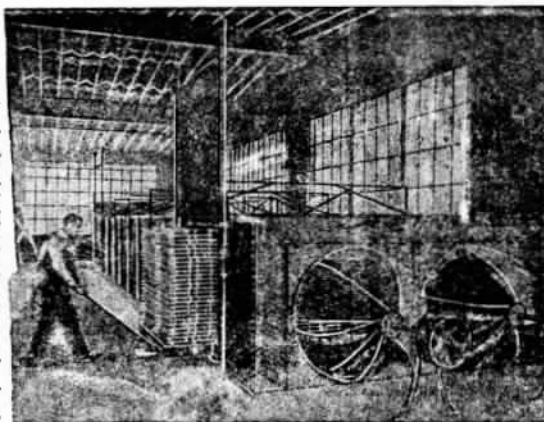


Рис. 102. Сушильный канал. На переднем плане видны вентиляторы

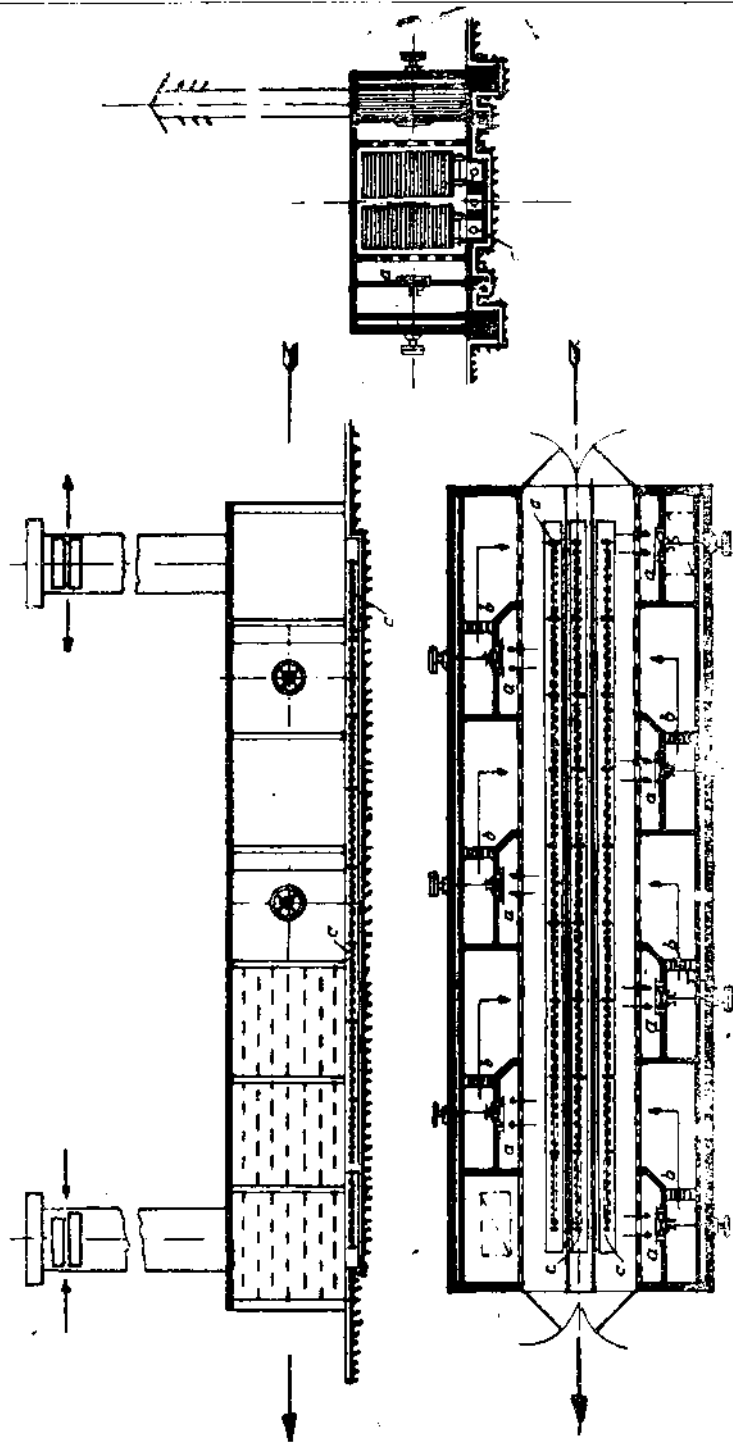


Рис. 103. Сушильный канал, разделенный на пояса. Струя воздуха, исходя с левой стороны канала, меняет свое направление в раз. Нагревательные приспособления *б* и *с* подаются регулировке. Шпон проходит через канал в направлении большой стрелы. (Система эта также применяется для сушки пиломатериала)

тается в следующий нагревательный прибор и т. д., пока не достигнет вытяжной трубы. На дне канала, как указано на схеме, проложены отопительные трубы для дополнительного нагрева, самостоятельно регулируемые (как и все нагревательные приборы) в каждом поясе. Таким образом в канале довольно точно можно регулировать режим сушки по отдельным зонам.

В некоторых установках посредством соответственным образом регулируемого впуска воздуха в отдельные пояса можно по мере надобности впускать дополнительное количество свежего воздуха.

Нагруженные шпоном тележки проходят камеру по направлению больших стрелок. Работа такого сушила основана также на принципе встречного движения, так как шпон и свежий воздух вступают в него с противоположных концов. Однако между ним и каналом, изображенным на рис. 102, существует различие, заключающееся в том, что тут воздух циркулирует зигзагами попереk направления движения шпона. Для равномерного распределения воздуха в сушиле самый канал отделен по зонам перегородками. Существует еще ряд разнообразных систем сушильных каналов, успешно применяемых и для сушки шпона.

Другой тип искусственных сушилок — ленточная сушилка — сконструирован из нескольких, большей частью из пяти, бесконечных лент, состоящих из цепей или проволоочных сеток, на которых раскладывается фабрикат (рис. 104). Шпон лежит на верхней стороне ленты, между тем как нижняя сторона давит на него своей тяжестью и удерживает его в плоском положении. Шпон проходит сушило один, два или большее число раз и вынимается на любом его конце, когда его влагосодержание достигает нужного уровня. Вентиляторы и калориферы, распределенные с боков по всей длине сушила, вызывают поперечную движению фанеры циркуляцию воздуха. Температура и влагосодержание воздуха, смотря по надобности, регулируются по отдельным зонам. Быстрота движения лент регулируется соответственно породе и толщине фанеры и желательной скорости сушки.

Роликовые сушила. Эти сушила состоят из ряда вращающихся роликов. Длина этой конструкции обычно равна 30 м (100') или больше. Как показано на рис. 105, несколько рядов роликов обычно устанавливаются один над другим. Все они приводятся в движение зубчатой или цепной передачей. Листы продвигаются один или несколько раз путь между валиками, пока не достигнут желательной степени влагосодержания. Сушилки иногда конструируются таким образом, что между валиками предусмотрены змеевики, и влага может выделяться во время прохождения шпона через промежуток между валиками. Назначение роликов состоит главным образом в удерживании листов в плоском положении и в продвижении их вперед. В роликовой, как и в цепной сушилке, быстрота движения может регулироваться.

Пластинчатая сушилка (дыхательный пресс) состоит, как видно по рис. 106, из ряда гладких плоских нагревательных стальных плит, между которыми кладутся листы шпона. Проме-

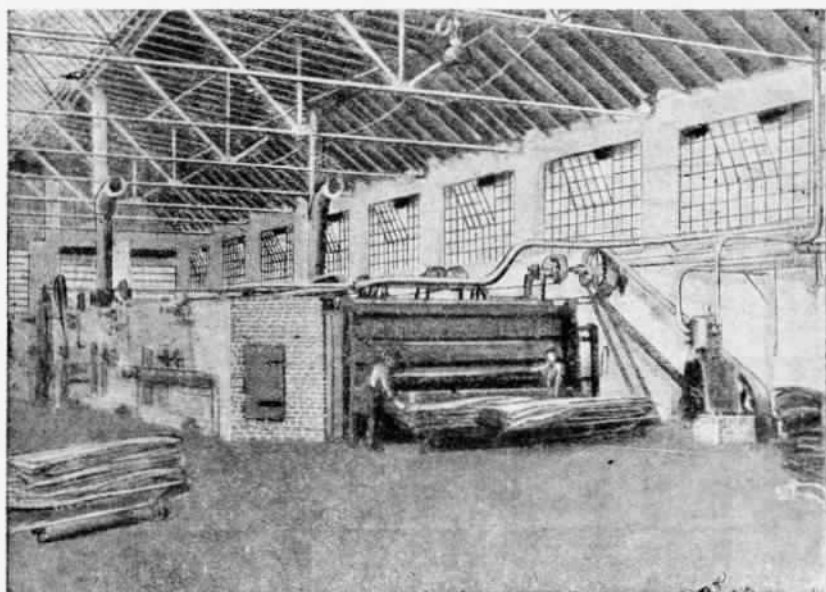


Рис. 104. Сушило непрерывного действия, в котором дубовые фанеры загружают между непрерывными лентами. Загрузку сырого и выгрузку сухого шпона производят с обеих сторон. Вентиляторы и батареи распределены по всей длине сушилки и вызывают движение воздуха с регулируемой температурой и влажностью. Струя воздуха пересекает путь шпона под прямым углом

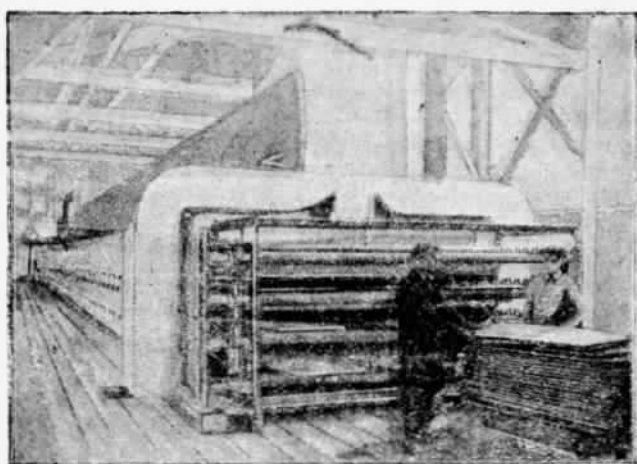


Рис. 105. Роликовая фанерная сушилка. В этой сушилке шпон не только сушится, но и разглаживается

жутки между плитами поочередно открываются и закрываются. Аппарат, как говорят, «дышит», и поэтому такого рода сушилка называется также «дыхательными». При закрытии промежутков фанерные листы нагреваются. При раскрытии плит влага может

улетучиваться. Сушила этого типа применяются главным образом для разглаживания листов шпона, подвергающихся непосредственно после этого дальнейшей обработке. Сушка на них ценных пород со сложной текстурой сопряжена с риском, так как листы могут потрескаться при прессовке или настолько высохнуть, что сломаются при обработке. Специалисты рекомендуют обрабатывать такого рода чувствительную фанеру до влагосодержания минимально в 10—15%. Простой шпон доводят до степени влажности в 6—7%, т. е. до влагосодержания,

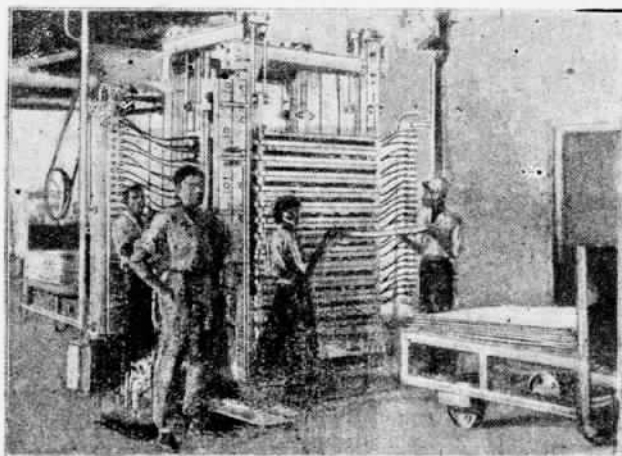


Рис. 106. Пластиначный сушильный автомат, или дыхательный пресс

легко поддерживаемого в помещениях с нормальной температурой. Листы толщиной в 3,2 мм ($1/8$ ") в дыхательных сушилках часто подвергаются дополнительной сушке.

В Европе также применяются пластиначатые дыхательные сушила для сушки неценных пород листами толщиной до $2\frac{1}{2}$ мм (около $3/32$ "). Особенно хорошие результаты дает обработка этими сушилами африканского габуна и буковой фанеры, сушка которой представляет значительные трудности на других сушилках. На установках этого типа сушка проходит весьма успешно и представляет большие выгоды, если только предусмотреть в них также отсасывающий вентилятор и принудительное пропускание через сушилку подогретого воздуха (рис. 107).

Развитие этого дела привело за последние годы к конструированию другой разновидности пластиначатых сушил (рис. 108), в которой прессующая роль горячих плит скомбинирована с продвижением листов по принципу, сходному с движением в роликовых сушилках. В этих сушилках несколько систем плит установлены одна за другой. Первая система сжиманием плит захватывает листы шпона и продвигает их на некоторое расстояние вперед, между тем как плиты второй системы раскрыты. Когда движение закончено, фанерные листы сжимаются плитами вто-

рой системы, которая установлена неподвижно и дышит точно так, как обыкновенная пластинчатая сушилка. Первая система плит тем временем раскрывается и возвращается в свое первоначальное положение, с тем чтобы опять захватить листы шпона и продвинуть их вперед, в то время как дышащая система плит раскрыта. На рис. 109 изображена комбинированная европейская сушилка, представляющая сочетание плит и роликов. Движение фанеры и удержание ее в плоском положении производится

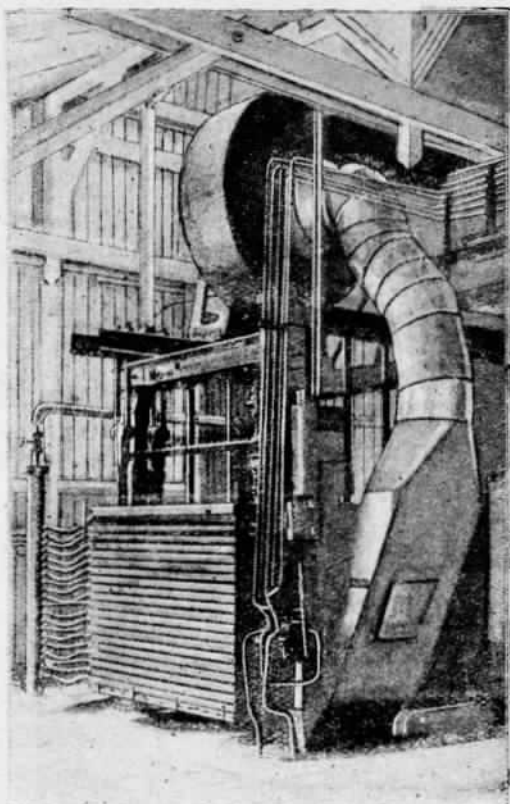


Рис. 107. Пресс такого же типа, но с приспособлением для отсасывания водяного пара

системой роликов, а подвод тепла — путем нагреваемых паром, устроенных над шпоном и под ним плит, соприкасающихся с его поверхностями.

Различные сушильные устройства дают чрезвычайно разнообразную степень сухости, в связи с чем различные типы их применяются и для предварительной и для окончательной сушки шпона. В Америке пластинчатой сушилке отдается предпочтение в том случае, когда непосредственно после сушки производится фугование и сборка. Фанера из ценных пород с характерным рисунком должна штабелеваться после сушки в том же порядке, в каком она поступила в сушилку.

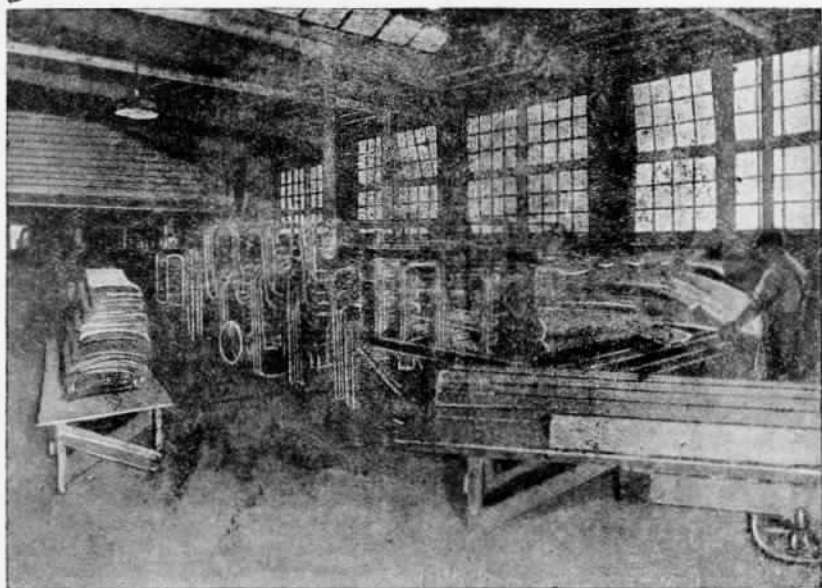


Рис. 108. Комбинированная пластинчатая и роликовая сушилка

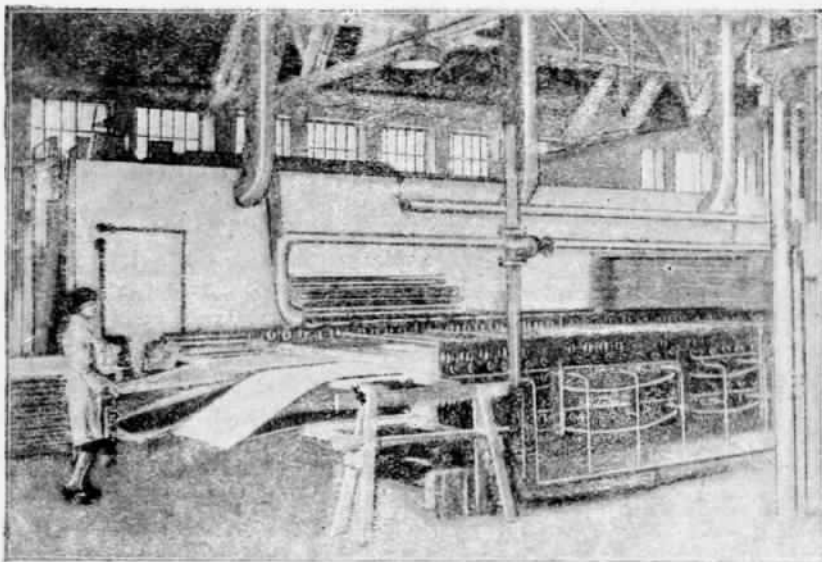


Рис. 109. Комбинированная двухэтажная фанерная сушилка. Продвижение и удержание в плоском положении листов шпона осуществляется роликами, приводимыми в движение цепями. Нагревается паром от установленных между роликами плит

Расчеты процесса искусственной сушки

Предварительные сведения. Рассмотрим вкратце те физические законы и формулы, которые относятся к приведенным ниже таблицам и диаграммам, так как это важно для их понимания. В основу их положена физическая атмосфера, равная 760 мм давления ртутного столба при 0°.

При расчетах процесса сушки древесины мы имеем дело с воздухом и впитываемой им и удаляемой из дерева в виде водяных паров влагой. И воздух и водяной пар причисляются к так называемым совершенным газам, и поэтому для них целиком применимы законы Бойля-Мариотта, Гелюсака, Дальтона, Джоуля, Авогадро и др.

По закону Бойля-Мариотта

$$P_v = P \frac{V}{V_0} = \text{const.} \quad (1)$$

При нагревании некоторого количества газа при постоянном давлении от t^0 до t^1 , объем его, по закону Гелюсака, увеличится от v_0 до v_1 , причем

$$v_1 = v_0 (1 + \alpha t) = \frac{v_0 T}{273}, \quad (2)$$

где:

$\alpha = \frac{1}{273}$ и представляет собой коэффициент объемного расширения газов при постоянном давлении и нагревании на 1°, $T = (t + 273)$ есть абсолютная температура газа, v_0 — начальный объем, v_1 — объем конечный.

Если, не изменяя объема газа, нагреть его, то его удельное давление возрастет по тому же закону:

$$P = P_0 (1 + \alpha t), \quad (2a)$$

где:

P_0 — начальное и P — конечное давление газа.

Комбинация законов Бойля-Мариотта и Гелюсака дает:

$$Pv = P_0 v_0 (1 + \alpha t).$$

Полученное уравнение мы можем написать в форме:

$$Pv = P_0 v_0 \frac{273 + t}{273} = \frac{P_0 v_0}{273} T,$$

но отношение $\frac{P_0 v_0}{273}$ для каждого газа величина постоянная и равна так называемой газовой постоянной R .

Следовательно:

$$Pv = RT.$$

Выражение это, обычно называемое характеристическим урав-

нением газа, относится к 1 кг газа, если же имеется газ в количестве G кг, то оно примет общий вид:

$$PV = GRT. \quad (4)$$

По закону Авогадро в равных объемах, при равных температурах и при одном и том же давлении все газы содержат одно и то же число молекул. Пользуясь этим законом, мы можем выразить газовую постоянную R через молекулярный вес. Молекулярный вес m , выраженный в килограммах, называется килограмм-молекулой или молем. и произведение mR , остающееся для всех газов постоянным, представляет собой объем одного моля. Зная, что удельный вес равен $\frac{1}{v}$, определим объем одного моля кислорода.

Для кислорода молекулярный вес $m = 32$, уд. в. γ при 0° и давлении в 760 мм $= 1,429$ кг/м³.

Отсюда:

$$v = \frac{1}{\gamma} = \frac{1}{1,429}.$$

$$\text{объем одного моля } mv = 32 \times \frac{1}{1,429} = 22,4 \text{ м}^3.$$

Следовательно объем одного моля для всех газов при 0° и при давлении 760 мм рт. ст. равен 22,4 м³.

Подставляя в уравнение (4) вместо G вес одного моля m кг, вместо V объем моля при 0° и давлении в 760 мм, равный 22,4 м³ и помня, что при этих условиях $P_v = 10\,333$ кг/м² и $T = 273 + 0^\circ = 273$, получим:

$$10333 \times 22,4 = m \cdot R \cdot 273,$$

откуда:

$$mR = \frac{10333 \times 22,4}{273} = 848$$

или:

$$R = \frac{848}{m}.$$

По этой формуле легко найти значение R для любого газа.

Для нахождения R для водяного пара, давление которого лежит ниже или выше 1 ат, можно пользоваться формулой:

$$R = \frac{Pv}{T}$$

и значениями параметров, приведенных на табл. 50.

$$P = 10333 \frac{h_v^1}{h},$$

$$v = v_v^1,$$

$$R_v = 10333 \cdot \frac{h_v^1 \cdot v_v^1}{h \cdot T},$$

где:

h_v^1 — давление пара в миллиметрах рт. ст. при максимальном насыщении,

h — общее давление смеси пара и воздуха,

v_v^1 — объем 1 кг пара в м³/кг.

Например для водяного пара при 0 по табл. 53:

$$h_v^1 = 4,579; v_v^1 = 206,5; h = 760,$$

откуда, находим R для водяного пара:

$$R_v = \frac{10333 \times 4,579 \times 206,5}{760 \times 273} = 47,11.$$

Для водяного пара при 100°:

$$h_v^1 = 760; v_v^1 = 1,776; h = 760;$$

$$T = 273 + 100 = 373,$$

откуда:

$$R_v = \frac{10333 \times 760 \times 1,776}{760 \times 373} = 46,4.$$

Для сухого, неувлажненного воздуха значение R при нормальном давлении, т. е. при $h = 760$ мм рт. ст., не изменяется и равно:

$$R_L = 29,27.$$

Теплоемкость 1 кг воздуха и водяного пара при постоянном давлении h для интересующих нас пределов температуры можно принять:

а) для воздуха $C_p = 0,241$,

б) „ водян. пара

при $t =$ от -40° до $+70^\circ$	$- C_p = 0,46$
„ $t =$ ок. 80°	$- C_p = 0,451$
„ $t =$ „ 100°	$- C_p = 0,444$
„ $t =$ „ 125°	$- C_p = 0,430$
„ $t =$ „ 150°	$- C_p = 0,414$

По закону Дальтона общее давление газовой смеси равно сумме парциальных давлений составляющих газов, которые они имели бы, если бы, занимали полностью весь объем смеси. В применении к смеси воздуха и водяного пара этот закон означает, что в пространстве, наполненном воздухом, из содержащегося там одновременно количества воды образуется количество пара, соответствующее температуре воздуха и величине пространства, причем давления воздуха и пара складываются, т. е. суммарное давление P_s равно:

$$P_s = \frac{T}{V} (R_L \cdot G_L + R_v \cdot G_v). \quad (6)$$

Однако надо иметь в виду, что сушила обычно герметически не изолируются, и поэтому P_s равно атмосферному давлению.

$$P_s = P = 10333 \text{ кг/м}^2.$$

Приводим табл. 50, значения которой исчерпывающе характеризуют изменение состояния пара, сухого и влажного воздуха при полном насыщении и данной температуре. Температуры приведены, начиная с -50° до $+150$ при давлении ртутного столба в 760 мм.

Состояние пара, сухого и влажного воздуха при полном насыщении, темпе-

Темпера- тура (в °Ц)	Давление на- сыщенного во- дяного пара p_s (в мм рт. ст.)	Давление сухо- го воздуха p_L (в мм рт. ст.)	Количество водя- ного пара, прихо- дящ. на 1 кг сух. воздуха при пол- ном насыщении x^1 (в кг/кг)	Теплосодержа- ние насыщен- ного воздуха J_D^1 (в кг-кал)
-50	0	760	0	-12,05
-40	0,040	759,960	0,00003274	-9,621
-39	0,055	759,945	0,00004502	-9,374
-38	0,075	759,925	0,00006140	-9,125
-37	0,100	759,900	0,00008190	-8,872
-36	0,128	759,872	0,0001049	-8,619
-35	0,158	759,842	0,0001259	-8,365
-34	0,190	759,810	0,0001556	-8,110
-33	0,224	759,776	0,0001835	-7,799
-32	0,260	759,740	0,0002128	-7,597
-31	0,298	759,702	0,0002440	-7,328
-30	0,338	759,663	0,0002777	-7,077
-29	0,380	759,620	0,0003115	-6,804
-28	0,424	759,576	0,0003474	-6,544
-27	0,470	759,530	0,0003850	-6,286
-26	0,518	759,482	0,0004250	-6,012
-25	0,568	759,432	0,0004660	-5,753
-24	0,620	759,380	0,0005075	-5,484
-23	0,674	759,326	0,0005520	-5,218
-22	0,730	759,270	0,0005980	-4,950
-21	0,788	759,212	0,0006460	-4,685
-20	0,848	759,152	0,000695	-4,413
-19	0,910	759,090	0,000745	-4,138
-18	0,974	759,026	0,000798	-3,872
-17	1,045	758,955	0,000858	-3,586
-16	1,128	758,872	0,000925	-3,311
-15	1,238	758,762	0,001015	-3,018
-14	1,357	758,643	0,001111	-2,720
-13	1,486	758,514	0,001216	-2,412
-12	1,627	758,373	0,001332	-2,095
-11	1,780	758,220	0,001460	-1,779
-10	1,946	758,054	0,001597	-1,458
-9	2,125	757,875	0,001746	-1,147
-8	2,321	757,679	0,001908	-0,795
-7	2,532	757,468	0,002080	-0,450
-6	2,761	757,239	0,002270	-0,095
-5	3,008	756,992	0,002472	0,265
-4	3,276	756,724	0,002690	0,610
-3	3,566	756,434	0,002933	1,012
-2	3,879	756,121	0,003186	1,414
-1	4,216	755,784	0,003468	1,820

Таблица 50

ратуре от -50 до +150° и давлении ртутного столба в 760 мм

Объем насы- щенного воз- духа вместе с 1 кг сух. воз- духа V_D^1 (в м ³)	Вес насыщенного водяного пара G_v^1 (в кг/м ³)	Объем 1 кг во- дяного пара V_v^1 (в м ³ /кг)	Вес сухого воздуха G_L^1 (в кг/м ³)	Объем 1 кг су- хого воз духа V_L^1 (в м ³ /кг)
0,6336	0	∞	1,5782	0,6336
0,660	0,0000496	20200	1,5152	0,660
0,663	0,0000679	14720	1,5086	0,663
0,665	0,0000922	10850	1,5024	0,665
0,668	0,0001225	8160	1,4960	0,668
0,671	0,0001562	6400	1,4896	0,671
0,674	0,0001920	5215	1,4833	0,674
0,6775	0,0002315	4320	1,4771	0,677
0,6805	0,0002700	3700	1,4709	0,680
0,6833	0,0003120	3320	1,4648	0,683
0,6861	0,0003560	2810	1,4587	0,686
0,6897	0,0004035	2480	1,4527	0,688
0,6916	0,000436	2295	1,4468	0,691
0,6946	0,000501	1995	1,4409	0,694
0,6976	0,000552	1815	1,4351	0,697
0,7006	0,000607	1640	1,4293	0,700
0,7036	0,000763	1508	1,4236	0,703
0,7066	0,000718	1392	1,4179	0,706
0,7087	0,000780	1282	1,4123	0,708
0,7117	0,000840	1190	1,4067	0,711
0,7147	0,000906	1105	1,4011	0,714
0,7177	0,000970	1031	1,3955	0,717
0,7198	0,001035	965	1,3900	0,719
0,7228	0,001104	877	1,3845	0,722
0,7259	0,001181	847	1,3790	0,725
0,7289	0,001269	788	1,3735	0,728
0,732	0,001388	720	1,3681	0,731
0,734	0,001513	660	1,3629	0,733
0,737	0,001651	606	1,3577	0,736
0,740	0,001801	555	1,3526	0,739
0,743	0,001965	508	1,3475	0,742
0,746	0,00214	467	1,3424	0,745
0,7495	0,00233	429	1,3373	0,748
0,7525	0,00253	395	1,3323	0,751
0,7551	0,00275	364	1,3273	0,754
0,7580	0,00299	334	1,3223	0,757
0,7628	0,00324	309	1,3173	0,760
0,765	0,00352	284	1,3124	0,762
0,768	0,00382	262	1,3076	0,765
0,7710	0,00414	241	1,3028	0,768
0,774	0,00448	223	1,2980	0,771

Темпера- тура (в °C)	Давление на- сыщенного во- дяного пара p_s (в мм рт. ст.)	Давление сухо- го воздуха p_L (в мм рт. ст.)	Количество водя- ного пара, прихо- дящ. на 1 кг сух. воздуха при пол- ном насыщении x^1 (в кг/кг)	Теплосодержа- ние насыщен- ного воздуха J_1 D (в кг/кг)
0	4,579	755,421	0,003774	2,24
1	4,93	755,07	0,004065	2,66
2	5,29	754,71	0,004365	3,08
3	5,69	754,31	0,004695	3,52
4	6,10	753,90	0,005035	3,96
5	6,54	753,46	0,00541	4,43
6	7,01	752,99	0,00579	4,90
7	7,51	752,49	0,00621	5,40
8	8,05	751,95	0,00665	5,90
9	8,61	751,39	0,00712	6,42
10	9,21	750,59	0,00762	6,94
11	9,84	750,16	0,00817	7,52
12	10,52	749,48	0,00873	8,12
13	11,23	748,77	0,00934	8,74
14	11,99	748,01	0,00997	9,36
15	12,79	747,21	0,01064	10,00
16	13,63	746,37	0,01136	10,69
17	14,53	745,47	0,01212	11,38
18	15,48	744,52	0,01292	12,12
19	16,48	743,52	0,01378	12,88
20	17,54	742,46	0,01470	13,68
21	18,65	741,35	0,01564	14,50
22	19,83	740,17	0,01665	15,36
23	21,07	738,93	0,01775	16,26
24	22,38	737,62	0,01887	17,20
25	23,76	736,24	0,02002	18,17
26	25,21	734,79	0,02135	19,17
27	26,74	733,26	0,02270	20,26
28	28,35	731,65	0,02408	21,32
29	30,04	729,96	0,02560	22,52
30	31,82	728,18	0,02724	23,80
31	33,70	726,30	0,02890	25,08
32	35,66	724,34	0,03065	26,38
33	37,73	722,27	0,03250	27,75
34	39,90	720,10	0,03450	29,20
35	42,18	717,82	0,03655	30,75
36	44,56	715,44	0,03875	32,34
37	47,07	712,93	0,04110	34,00
38	49,69	710,31	0,04350	35,74
39	52,44	707,56	0,04614	37,66
40	55,32	704,68	0,04880	39,6
41	58,34	701,66	0,05170	41,6
2	61,50	698,50	0,05475	43,7
3	64,80	695,20	0,05800	45,9
44	68,26	691,74	0,06140	48,3

Объем насыщенного воздуха вместе с 1 кг сух. воздуха V_D^1 (в м ³)	Вес насыщенного водяного пара G_w^1 (в кг/м ³)	Объем 1 кг водяного пара V_w^1 (в м ³ /кг)	Вес сухого воздуха G_L^1 (в кг/м ³)	Объем 1 кг сухого воздуха V_L^1 (в м ³ /кг)
0,995	0,06540	15,3	1,1101	0,901
1,004	0,06855	14,6	1,1066	0,904
1,014	0,07180	13,92	1,1031	0,907
1,022	0,07520	13,3	1,0997	0,910
1,032	0,07873	12,69	1,0963	0,912
1,042	0,0830	12,05	1,0929	0,915
1,052	0,0867	11,52	1,0895	0,918
1,063	0,0908	11,0	1,0861	0,921
1,075	0,0951	10,51	1,0828	0,924
1,087	0,0996	10,04	1,0795	0,926
1,099	0,1043	9,57	1,0762	0,929
1,112	0,1090	9,17	1,0729	0,932
1,126	0,1138	8,78	1,0697	0,935
1,141	0,1188	8,42	1,0665	0,938
1,157	0,1243	8,06	1,0633	0,940
1,174	0,1300	7,7	1,0601	0,943
1,192	0,1357	7,37	1,0569	0,946
1,210	0,1414	7,07	1,0537	0,949
1,229	0,1477	6,78	1,0506	0,952
1,250	0,1537	6,51	1,0475	0,955
1,272	0,1611	6,22	1,0444	0,957
1,294	0,1675	5,97	1,0413	0,960
1,317	0,1742	5,74	1,0382	0,963
1,343	0,1812	5,52	1,0352	0,966
1,372	0,1888	5,30	1,0322	0,968
1,402	0,1979	5,090	1,0292	0,971
1,434	0,2070	4,830	1,0261	0,974
1,468	0,2160	4,625	1,0231	0,977
1,505	0,2250	4,440	1,0201	0,980
1,545	0,2340	4,274	1,0171	0,983
1,590	0,2416	4,135	1,0141	0,985
1,638	0,2510	3,980	1,0112	0,988
1,689	0,2615	3,825	1,0084	0,991
1,746	0,2720	3,680	1,0056	0,994
1,808	0,2825	3,540	1,0028	0,997
1,875	0,2929	3,412	1,0000	1,000
1,955	0,3035	3,292	0,9972	1,003
2,040	0,3145	3,180	0,9944	1,006
2,135	0,3265	3,061	0,9916	1,009
2,239	0,3400	2,940	0,9889	1,011
2,360	0,3531	2,830	0,9862	1,014
2,500	0,3660	2,730	0,9834	1,017
2,660	0,3800	2,630	0,9806	1,020
2,850	0,3930	2,543	0,9778	1,022
3,070	0,4070	2,458	0,9751	1,025

Темпера- тура (в °C)	Давление на- сыщенного водя- ного пара p_w (в мм рт. ст.)	Давление сухо- го воздуха p_L (в мм рт. ст.)	Количество водя- ного пара, прихо- дящ. на 1 кг сух. воздуха при пол- ном насыщении. x^1 (в кг/кг)	Теплосодержа- ние насыщен- ного воздуха J_D (в кг/кал)
45	71,88	688,12	0,06500	50,9
46	75,65	684,35	0,06 80	53,5
47	79,60	680,40	0,07280	56,1
48	83,71	676,29	0,07695	58,9
49	88,02	671,98	0,08135	62,0
50	92,51	667,49	0,08620	65,4
51	97,20	662,80	0,09130	68,8
52	102,1	657,9	0,09650	72,2
53	107,2	652,8	0,1021	76,0
54	112,5	647,5	0,1080	80,0
55	118,0	642,0	0,1145	84,2
56	123,8	636,2	0,1212	88,6
57	129,8	630,2	0,1280	93,2
58	136,1	623,9	0,1356	98,2
59	142,6	617,4	0,1438	103,7
60	149,4	610,6	0,1525	109,4
61	156,4	603,6	0,1615	115,3
62	163,8	596,2	0,1710	121,5
63	171,4	588,6	0,1814	128,3
64	179,3	580,7	0,1920	135,4
65	187,5	572,5	0,2040	143,0
66	196,1	563,9	0,2165	151,3
67	205,0	555,0	0,2295	159,6
68	214,2	545,8	0,2430	168,3
69	223,7	536,3	0,2592	178,7
70	233,7	526,3	0,2760	189,8
71	243,9	516,1	0,2960	203,0
72	254,6	505,4	0,3165	216,0
73	265,7	494,3	0,3385	229,0
74	277,2	482,8	0,3610	244,0
75	289,1	470,9	0,3850	259,6
76	301,4	458,6	0,4115	277,0
77	314,1	445,9	0,4420	296,5
78	327,3	432,7	0,4745	318,0
79	341,0	419,0	0,5105	341,5
80	355,1	404,9	0,5495	366,7
81	369,7	390,3	0,5930	394,5
82	384,9	375,1	0,6420	427,5
83	400,6	359,4	0,6965	463,5
84	416,8	343,2	0,7620	505,0
85	433,6	326,4	0,8330	548,5
86	450,9	309,1	0,915	602,5
87	468,7	291,3	0,010	662,5
88	487,1	272,9	0,120	734,0
89	506,1	253,9	0,250	817,5

Объем насыщенного воздуха вместе с 1 кг сух. воздуха V_D^{-1} (в м³)	Вес насыщенного водяного пара G_w^1 (в кг/м³)	Объем 1 кг водяного пара V_w^1 (в м³/кг)	Вес сухого воздуха G_L^1 (в кг/м³)	Объем 1 кг сухого воздуха V_L^1 (в м³/кг)
0,777	0,00484	206,5	1,2932	0,7733
0,7805	0,00521	192	1,2884	0,777
0,784	0,00557	179,5	1,2838	0,779
0,7875	0,00596	168	1,2793	0,782
0,791	0,00637	157	1,2748	0,785
0,7945	0,00680	147	1,2701	0,788
0,798	0,00725	138	1,2654	0,790
0,8015	0,00775	129	1,2608	0,793
0,805	0,00828	121	1,2562	0,796
0,808	0,00881	113,5	1,2518	0,799
0,811	0,00940	106,5	1,2475	0,802
0,814	0,01004	99,7	1,2431	0,804
0,818	0,01068	93,7	1,2387	0,807
0,822	0,01136	88	1,2344	0,810
0,826	0,01206	82,9	1,2301	0,813
0,830	0,01283	77,8	1,2258	0,816
0,834	0,01367	73,3	1,2216	0,819
0,838	0,01446	69,2	1,2174	0,822
0,842	0,01536	65,2	1,2132	0,824
0,846	0,01630	61,3	1,2090	0,827
0,850	0,01729	57,8	1,2049	0,830
0,854	0,01832	54,6	1,2008	0,833
0,859	0,01938	51,6	1,1967	0,836
0,864	0,02055	48,6	1,1927	0,839
0,869	0,02175	46	1,1887	0,842
0,873	0,02304	43,4	1,1847	0,845
0,877	0,02435	41,4	1,1807	0,847
0,881	0,02575	38,8	1,1767	0,850
0,886	0,02720	36,75	1,1728	0,853
0,891	0,02870	34,85	1,1689	0,856
0,896	0,03036	32,92	1,1650	0,858
0,901	0,03210	31,15	1,1612	0,861
0,907	0,03384	29,53	1,1574	0,864
0,913	0,03560	28,1	1,1536	0,867
0,919	0,03753	26,66	1,1499	0,870
0,925	0,03960	25,25	1,1462	0,873
0,931	0,04170	24,0	1,1425	0,876
0,937	0,04385	22,8	1,1388	0,878
0,943	0,04615	21,7	1,1351	0,881
0,949	0,04860	20,6	1,1315	0,884
0,956	0,05112	19,5	1,1279	0,887
0,964	0,05365	18,65	1,1243	0,890
0,971	0,05635	17,75	1,1207	0,892
0,979	0,05925	16,88	1,1171	0,895
0,987	0,06225	16,05	1,1136	0,898

Температура (в °C)	Давление насыщенного водяного пара h_w^1 (в мм рт. ст.)	Давление сухого воздуха h_L^1 (в мм рт. ст.)	Количество водяного пара, приходящ. на 1 кг сух. воздуха при полном насыщении x^1 (в кг/кг)	Теплосодержание насыщенного воздуха J_D^1 (в ккал)
90	525,8	234,2	1,408	919,2
91	546,1	213,9	1,603	1044
92	567,0	193,0	1,845	1200
93	588,6	171,4	2,160	1401
94	610,9	149,1	2,580	1672
95	633,9	126,1	3,160	2038
96	657,6	102,4	4,040	2625
97	682,1	77,9	5,510	3562
98	707,3	52,7	8,440	5420
99	733,2	26,8	17,235	10964
100	760,0	$\varphi_1 h_L^1$		
101	787,0	1,000=0	~	~
102	816,0	0,964~0	~	~
103	845,3	0,931~0	~	~
104	875,4	0,898~0	~	~
105	906,1	0,868~0	~	~
110	1074,6	0,839~0	~	~
115	1268,0	0,706~0	~	~
120	1489,4	0,598~0	~	~
125	1747,5	0,510~0	~	~
130	2026,3	0,434~0	~	~
135	2347,7	0,375~0	~	~
140	2710,3	0,323~0	~	~
145	3117,1	0,280~0	~	~
150	3570,9	0,244~0	~	~
		0,213~0	~	~

* $\varphi_1 h_w^1 = 760$ мм рт. ст.

Далее даем несколько диаграмм, где искомые величины при заданных температурах можно определить графически.

Диаграмма I (рис. 110)

весов G_w^1 водяного пара и G_L^1 сухого воздуха для температур от -50° до $+150^\circ$ в кг/м³.

Диаграмма II (рис. 111)

объема V_L 1 кг сухого воздуха при температурах от -50° до $+150^\circ$ в м³/кг.

Объем насыщенного воздуха вместе с 1 кг сух. воздуха V_D^1 (в м ³)	Вес насыщенного водяного пара G_w^1 (в кг/м ³)	Объем 1 кг водяного пара V_w^1 (в м ³ /кг)	Вес сухого воздуха G_L^1 (в кг/м ³)	Объем 1 кг сухого воздуха V_L^1 (в м ³ /кг)
3,335	0,4222	2,364	0,9724	1,028
3,665	0,4375	2,285	0,9697	1,031
4,075	0,4535	2,210	0,9671	1,034
4,600	0,4690	2,135	0,9645	1,037
5,300	0,4860	2,052	0,9619	1,040
6,28	0,5030	1,985	0,9593	1,043
7,76	0,5215	1,920	0,9567	1,046
10,23	0,5380	1,875	0,9541	1,048
15,16	0,5575	1,795	0,9515	1,051
29,90	0,5780	1,735	0,9489	1,054
—	0,5970	1,676	0,9464	1,057
—	0,6170	1,620	0,9437	1,060
—	0,6330	1,580	0,9410	1,062
—	0,6552	1,525	0,9383	1,065
—	0,6800	1,470	0,9357	1,068
—	0,7034	1,420	0,9331	1,071
—	0,8254	1,211	0,9216	1,085
—	0,9635	1,038	0,9098	1,100
—	1,1199	0,897	0,8982	1,114
—	1,296	0,721	0,8869	1,128
—	1,494	0,668	0,8759	1,142
—	1,715	0,583	0,8652	1,156
—	1,962	0,510	0,8547	1,170
—	2,238	0,447	0,8445	1,184
—	2,543	0,393	0,8434	1,198

Диаграмма III (рис. 112)
количества водяного пара, приходящегося на 1 кг сухого воздуха, при различной степени насыщения (относительной влажности) в г. Масштаб: 1 мм = 1 г.

Диаграмма IV (рис. 113)
теплосодержания J_D влажного воздуха, содержащего 1 кг сухого воздуха, при различной степени насыщения (относительной влажности) в кг-кал. Масштаб: 1 мм = 1 кг-кал.

Диаграмма V (рис. 114)
объемов V_D влажного воздуха, содержащего 1 кг сухого воздуха, при различной степени насыщения (относительной влажности) в м³. Масштаб: 100 мм = 1 м³.

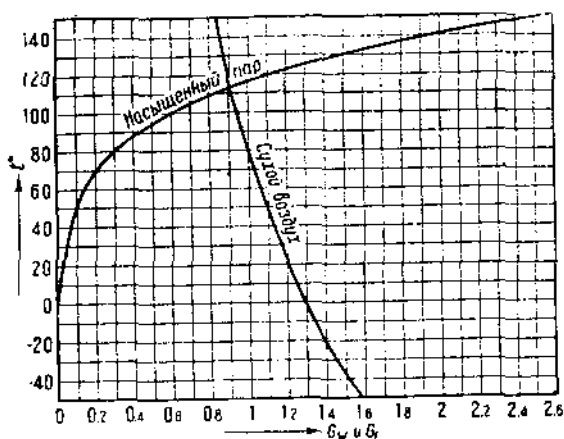


Рис.110. Диаграмма весов G^I_w водяного пара и G^I_L сухого воздуха в $\text{кг}/\text{м}^3$ для температур от -50° до $+150^{\circ}$

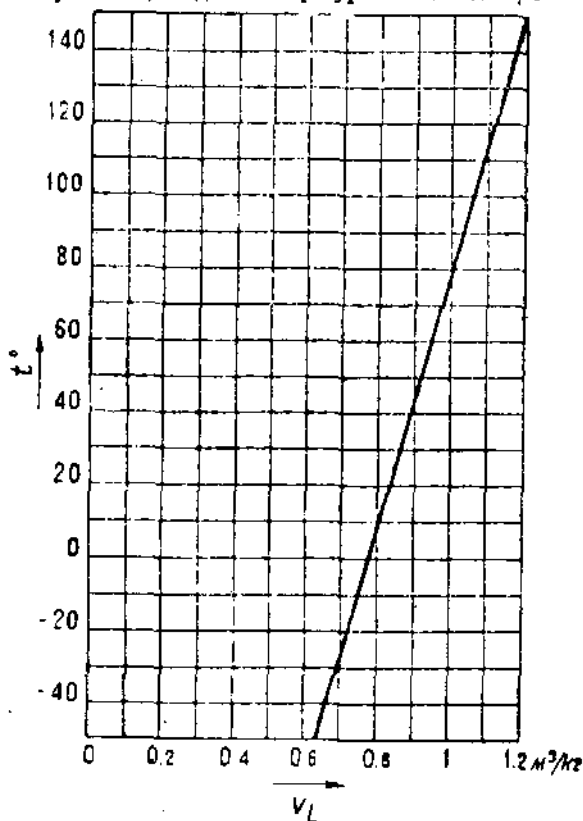


Рис. 111. Диаграмма объема V_L 1 кг сухого воздуха при температурах от -50° до $+150^{\circ}$ в $\text{м}^3/\text{кг}$

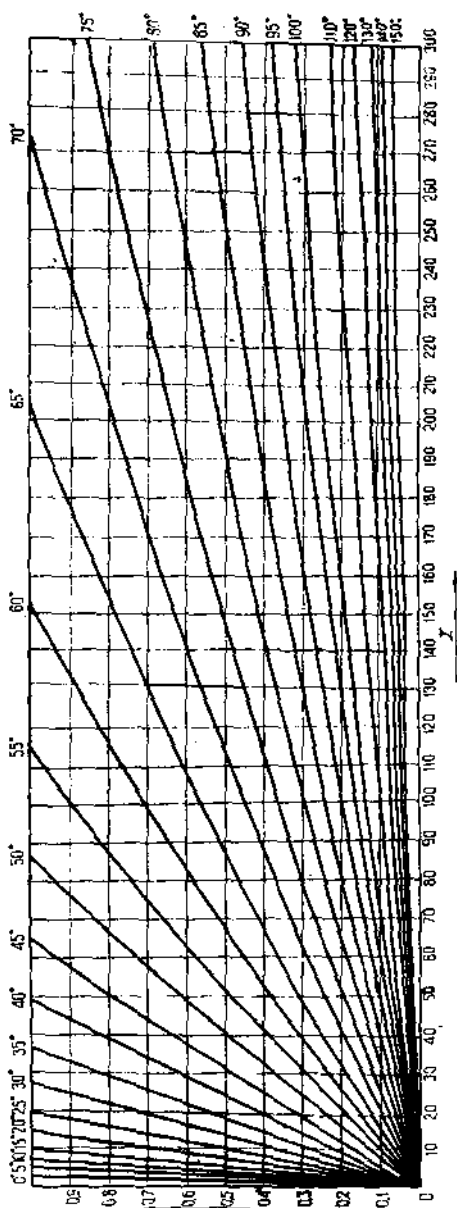


Рис. 112. Диаграмма количества водяного пара, приходящегося на 1 кг сухого воздуха при различных степенях насыщения (относительной влажности) в г. Масштаб: 1 мм = 1 г

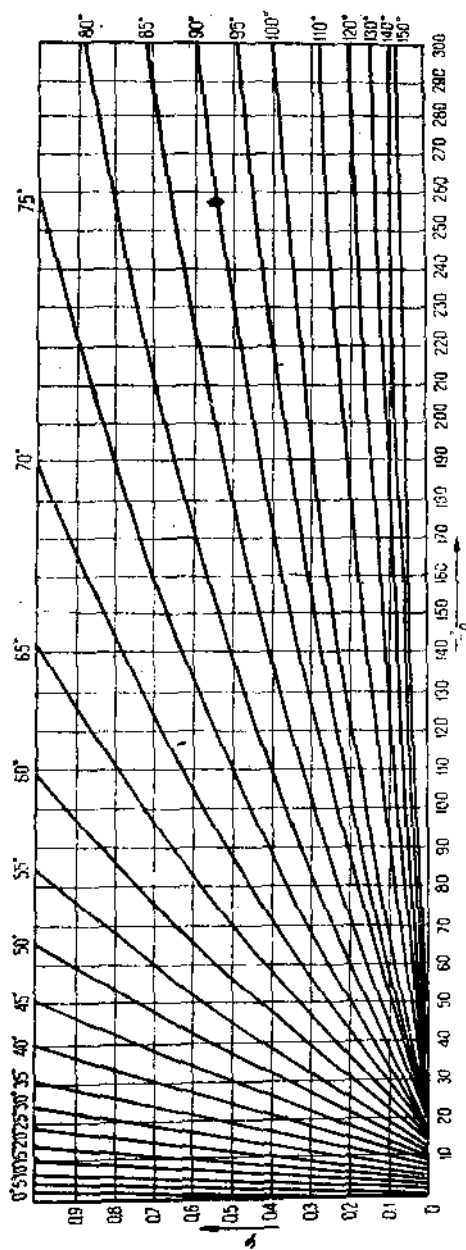


Рис. 113. Диаграмма теплосодержания J_p влажного воздуха, содержащего 1 кг сухого воздуха при различных степенях насыщения (относительной влажности) в кг-кал. Масштаб: 1 мм — 1 кг-кал.

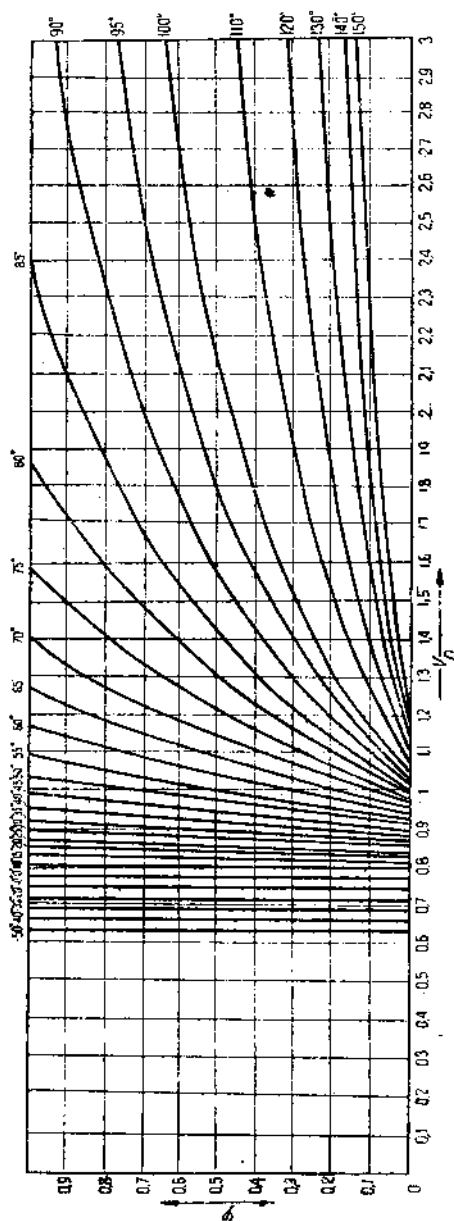


Рис. 114. Диаграмма объемов V и D влажного воздуха, содержащего 1 кг сухого воздуха различной степени насыщения (относительной влажности) в м³. Масштаб: 100 мм = 1 м³

В основу приведенных диаграмм положена известная таблица, теплосодержания Мольте (табл. 51):

Таблица 51

Температура (в °C)	Давление P (в ат)	Теплосодержание 1 кг		Теплота испарения
		жидкости t	пара t'	
0	0,0062	0	595,0	595,0
5	0,0089	5,0	597,3	592,3
10	0,0125	10,0	599,6	589,6
15	0,0174	15,0	602,0	587,0
20	0,0238	20,0	604,3	584,3
25	0,0323	25,0	606,6	581,6
30	0,0433	30,0	608,9	578,9
35	0,0573	35,0	611,2	576,2
40	0,0752	40,0	613,5	573,5
45	0,0977	45,0	615,7	570,7
50	0,1258	50,0	618,0	568,0
55	0,1605	55,0	620,2	565,2
60	0,2031	60,0	622,5	562,5
65	0,2550	65,0	624,7	559,7
70	0,3177	70,0	626,8	556,8
75	0,393	75,0	629,0	554,0
80	0,483	80,0	631,1	551,2
85	0,590	85,0	633,2	548,2
90	0,715	90,0	635,3	545,3
95	0,862	95,0	637,4	542,4
100	1,033	100,0	639,4	539,4
105	1,232	105,1	641,3	536,3
110	1,461	110,1	643,3	533,1
115	1,724	115,2	645,2	530,0
120	2,025	120,3	647,0	526,7
125	2,367	125,4	648,8	523,5
130	2,755	130,5	650,6	520,1
135	3,192	135,6	652,3	516,7
140	3,685	140,7	653,9	513,2
145	4,238	145,9	655,5	509,6
150	4,855	151,0	657,0	506,0

Продолжительность сушки обычно определяется опытным путем. Если таких данных не имеется, можно пользоваться следующей формулой:

$$Z = \frac{h \cdot G \cdot \gamma d}{\varepsilon \cdot F \cdot 4,56 \cdot h_{\text{н}}^1},$$

где:

- Z — продолжительность сушки в часах,
- h — давление по барометру в мм рт. ст.,
- F — омываемая воздухом поверхность шпона или доски в м²,
- $h_{\text{н}}^1$ — давление насыщенного водяного пара в мм рт. ст.,
- G — количество испаряемой воды в кг,
- d — толщина шпона или доски в мм,
- ε — коэффициент движения воздуха, зависящий от толщины материала.

Значения для ε при различных толщинах материала приводим ниже:

при $d = 1 - 3$	$\varepsilon = 0,85$
3,1 — 5	0,80
5,1 — 8	0,75
8,1 — 15	0,7
16 — 35	0,65
36 — 60	0,6
60 — 80	0,55

При спокойном малоподвижном воздухе ε можно брать равным от 0,25 до 0,5.

Пример. Требуется определить продолжительность сушки листа шпона толщиной в 2 мм и размером в 1 м², из которого надо удалить 0,6 кг влаги при $t = 70^\circ$.

$h = 760$ мм; $\varepsilon = 0,85$; $d = 2$ мм;

$h'' = 233,7$ мм (по табл. 50); $G = 0,6$ кг;

$$Z = \frac{760 \times 0,6 \sqrt{2}}{0,85 \times 2 \times 4,56 \times 233,7} = 0,357 \text{ час.} = 21,4 \text{ мин.}$$

Зная размеры сушильной установки, на основании приведенных формул, диаграмм и таблиц нетрудно подсчитать количество потребного для сушки свежего воздуха.

Важно установить общую потребность эксплуатационного тепла сушила. Оно включает в себя:

- Q_1 — количество тепла, необходимого для нагрева воздуха,
- Q_2 — количество тепла для нагрева вагонеток, штабельных прокладок и других транспортных приспособлений,
- Q_3 — количество тепла для нагрева древесины,
- Q_4 — количество тепла для нагрева содержащейся в древесине влаги,
- Q_5 — количество тепла для испарения этой влаги,
- Q_6 — количество тепла для нагрева свежего воздуха,
- Q_7 — количество тепла, расходуемого на лучеиспускание дверей и заслонок,
- Q_8 — количество тепла, расходуемого на лучеиспускание кирпичной кладки,
- Q_9 — количество тепла для нагрева калориферов и воздухопровода внутри сушилки
- Q_{10} — количество тепла для нагрева кирпичной кладки,
- Q_{11} — количество тепла, расходуемого на лучеиспускание калориферов, если последние расположены вне установки.

Обычно для надежности полученное количество кг-кал делится на $\mu = 0,75 - 0,8$.

При подсчетах необходимо знать удельную теплоту c , коэффициенты теплопроводности λ и коэффициенты теплопотерь k важнейших встречающихся в сушильных установках строительных материалов.

Значения удельной теплоты c :

для ковкого железа и стали .	0,114
„ чугуна	0,13
„ кирпичной кладки	0,215
„ золы и шлаков	0,25

Коэффициенты теплопроводности λ изолирующих материалов с площадью в 1 м^2 , толщиной в 1 м при разности температур в 1° в час:

кварцевый песок	0,27
пробка	0,143
крупнозернистый камень	0,139
древесная зола	0,06
опилки	0,065
коксовая пыль	0,160
серая печатная бумага	0,034
неподвижный воздух	0,040

Коэффициенты теплопотерь k на 1 м^2 поверхности и 1° разности температур за 1 час:

массивная кирпичная стена толщ.	12 см	2 кг-кал
" " " "	25 "	1,7 "
" " " "	38 "	1,3 "
" " " "	51 "	1,1 "
кирпичная стена с возд. прослойкой в 6 см:		
общей толщиной в 80 см.		1,4 "
" " " 41 "		1,1 "
" " " 56 "		0,9 "
дерев. двери и заслонки толщ. в 2-6 см		2 "
асфальтовый или бетон. пол		1,4 "
нормальный пол		0,7 "
" потолок		1,2 "
потолок со слоем изоляции		1,1 "
железные двери и шибера		2,95 "
то же, но с асбестовой прокладкой		1,5 "
простые окна		5 "

Пример расчета дыхательных прессов. Требуется определить продолжительность сушки Z в часах фанерного шпона из ольхи толщиной в 2 мм, размером 1580×1580 мм, удельный вес которого в мокром виде 0,85 и который путем испарения воды необходимо уменьшить на 0,3 кг с таким расчетом, чтобы влажность высушенного шпона равнялась 8%. Одновременно надо найти часовой расход пара.

Температура нагревательных плит равна 150°, а начальная температура сырого шпона 20°. Пресс имеет 26 плит и 25 рабочих промежутков размером 1 600 × 1 600 × 40 мм. Рабочая смена равна 8 час.

Вес листа сырого шпона равняется:

$$G = 1,58 \times 1,58 \times 0,002 \times 850^* = 4,25 \text{ кг.}$$

Вес абсолютно-сухого шлона:

$$G_1 = 1,58 \times 1,58 \times 0,002 \times 506^* = 2,53 \text{ кг.}$$

Содержание воды в листе шпона:

$$G_2 = G - G_1 = 1,72 \text{ кг.}$$

Количество подлежащей удалению воды:

$$G_* \cong 1,5 \kappa_2.$$

Вес листа шпона с влажностью в 8%:

$$G_1 = 2,75 \cdot \kappa_2.$$

* См. расчет ленточных сушилок, стр. 181.

Поверхность листа:

$$2F = 1,58 \times 1,58 \times 2 = 5 \text{ м}^2.$$

Толщина $d = 2 \text{ мм}$.

Удельная теплота дерева $\alpha = 0,6$.

Количество тепла, потребное на нагрев данного листа шпона от 20 до 100°:

1. Нагрев древесины $Q_1 = 2,53 \times 0,60 \times 80 = 121,5 \text{ кг-кал}$
2. „ воды в древесине: $Q_2 = 1,72 \times 1 \times 80 = 137,5 \text{ „}$
3. Испарение 1,5 кг воды $Q_3 = 1,5 \times 540 = 810 \text{ „}$

Итого $Q = 1069 \text{ кг-кал}$

Для нахождения Z можно пользоваться эмпирической формулой:

$$Z = \frac{Q \cdot V \bar{d}}{\left\{ k + 0,5 \left[\left(\frac{T_1}{100} \right)^2 - 1,9 \right] \right\} F_1 (t_1 - t_2)},$$

где:

$k = 40$

T_1 — абсолютная температура нагревательных плит,

F_1 — общая поверхность листа фанеры в м^2 ,

$(t_1 - t_2)$ — средняя разница температур в градусах, которую для данного примера можно принять равной $\frac{t}{2}$,

d — толщина шпона.

Тогда:

$$Z = \frac{1069 \times V \sqrt{2}}{\left\{ 40 + 0,5 \left[\left(\frac{423}{100} \right)^2 - 1,9 \right] \right\} \times 5 \times \frac{150}{2}} = \frac{1500}{18000} = 0,0833 \text{ ч.} = 5 \text{ мин.}$$

На загрузку и выгрузку листов шпона берем ок. 2,5 мин., так как во время сушки первой партии в 13 листов можно загрузить вторую очередь в 12 листов. Таким образом продолжительность сушки составит всего около 7,5 мин.

Если пресс обслуживают два человека, сушка 1 м^3 шпона займет примерно 1 час.

На основании такого расчета, исходя из того, что из 1 м^3 шпона при сушке удаляется примерно 300 кг воды, можно составить для некоторых толщин шпона следующую таблицу:

Таблица 52

Толщина шпона (в мм)	1,1	1,2	1,5	2	3	4	5
Чистое время сушки (в мин.)	2,05	2,34	3,28	5	9,25	14,22	19,9

Теперь определим еще общий часовой расход тепла (энергию на привод не считаем) и расход тепла на 1 кг выпариваемой воды.

1. При часовой производительности в 1 м³ двухмиллиметрового шпона для сушки потребуется:

$$Q_1 = 1069 \times \frac{500}{2,5} = 213800 \text{ кг-кал.}$$

2. Поверхности излучения нагревательных плит составляют:

$$F \cong 1,04 \times 1,6 \times 4 + 14,5 \times 1,6 \times 1,6 \cong 43,86 \text{ м}^2.$$

На основании опытов Ришеля часовая теплоотдача в кг-кал/м² нагревательных плит при паровом отоплении высокого давления равна 950—1050. Мы для нашего примера возьмем ее равной ок. 1000 кг-кал.

Тогда:

$$Q_2 = 43 \times 86 \times 1000 = 43860 \text{ кг-кал.}$$

3. 26 нагревательных плит размером 1600 × 1600 × 40 мм весят примерно 10,4 × 16 × 16 × 7,5 = 20 000 кг.

Теплоемкость стали равна 0,114.

Для нагрева плит с 20 до 150° при 8-часовой смене каждый раз требуется:

$$Q = 0,114 \times 130 \times 20\,000 \cong 297\,000 \text{ кг-кал.}$$

что на каждый час составит:

$$Q_3 = \frac{297\,000}{8} = 37\,125 \text{ кг-кал.}$$

Таким образом, общая потребность в тепле в течение 1 часа выразится:

$$Q = Q_1 + Q_2 + Q_3 = 294\,785 \text{ кг-кал.}$$

Согласно таблице теплосодержания (табл. 51) 1 кг пара при $t = 150^\circ$ до своей полной конденсации может отдать примерно 506 кг-кал. Если учесть потери тепла у пара во время подвода его в количестве ок. 10%, то получим следующий часовой расход пара:

$$G = \frac{294\,785}{506} \times 1,1 = 642 \text{ кг.}$$

Так как мы исходили из предположения, что 1 м³ шпона содержит ок. 300 кг влаги, которую в процессе сушки необходимо удалить, то легко найти удельный расход пара:

$$G^1 = \frac{642}{300} = 2,14 \text{ кг}$$

на 1 кг удаляемой воды.

Пример расчета ленточных сушилок. Полезная машина сушилки равна 2,3 м. Длина цепей транспортера 31 м. Требуется определить время, необходимое на сушку ольхового шпона толщиной в 3 мм, и количество свежего воздуха (в кг) при полной нагрузке сушилки, если температура воздуха 20°, а влагосодержание 70%. Температура нагретого воздуха равна 70°. Кроме того необходимо вычислить общий и удельный расходы тепла сушилки и его часовую производительность.

Остальные данные совпадают с предыдущим примером.

1 м³ сырого шпона весит 850 кг.

1 м³ абсолютно сухого шпона весит 506 кг.

В 1 м³ высушенного шпона желательно оставить 44 кг воды.

Из 1 м³ сырого шпона надо испарить 300 кг воды.

С поверхности трехмиллиметрового шпона, равной 1 м², надо удалить 0,9 кг влаги.

Для определения продолжительности сушки применяем известную нам эмпирическую формулу:

$$Z = \frac{h \cdot G \cdot \sqrt{d}}{\varepsilon \cdot F \cdot 4,56 \cdot h^1_w},$$

где:

$h = 760$ мм; $G = 0,9$ кг;

$\varepsilon = 0,85$; $F = 2$; $h^1_w = 233,7$ (по табл. 50).

Тогда:

$$Z = \frac{760 \times 0,9 \times 3 \sqrt{3}}{0,8 \times 2 \times 4,56 \times 233,7} = 0,695 \text{ час.}$$

или:

$$Z = 41,7 \text{ мин.}$$

В рабочем пространстве сушилки вмещаются одновременно $4 \times 2,3 \times 31 \cong 280$ м² шпона, или $0,003 \times 280 = 0,84$ м³, которые высушиваются в 41,7 мин.

Отсюда определяем часовую производительность:

$$0,84 \times \frac{60}{41,7} = 1,2 \text{ м}^3 \text{ шпона.}$$

Так как нагрев агрегата идет непрерывно, мы для определения часовой потребности в тепле сделаем допущение, что температура нагретого воздуха в любом месте рабочего пространства равна 70° и что относительная влажность его $\varphi = 0,9$.

При помощи диаграммы III находим, что 1 кг этого воздуха может поглотить 0,2375 кг водяного пара. В 1 кг свежего воздуха при 20° и относительной влажности $\varphi = 0,7$ уже содержится лишь 0,0105 кг влаги.

Отсюда сделаем вывод, что 1 кг воздуха при температуре 70° может поглотить:

$$0,2375 - 0,0105 = 0,227 \text{ кг}$$

водяного пара, т. е. вес влажного воздуха (смеси воздуха и пара) равен 1,2375 кг, а вес свежего воздуха 1,0105 кг.

Согласно диаграмме IV этот влажный воздух содержит тепла:

$$J_D = 166 \text{ кг-кал.}$$

По той же диаграмме свежий воздух содержит тепла:

$$J_D = 11 \text{ кг-кал.}$$

Разницу в 155 кг-кал должно возместить паровое отопление. Согласно диаграмме V объем влажного воздуха равен:

$$V_D = 1,345 \text{ м}^3,$$

а объем свежего воздуха:

$$V_D = 0,845 \text{ м}^3.$$

Мы видим, что объем увеличился на

$$V_D = 0,5 \text{ м}^3.$$

Теперь подсчитаем часовое количество тепла, необходимое для сушки пропускаемых сушилкой $1,2 \text{ м}^3$ сырого шпона, включив все потери.

Количество это примерно составляется из следующих величин:

1. Для просушки $1,2 \text{ м}^3$ шпона потребуется:

а) На нагрев древесины. 1 м^3 сухого шпона весит 506 кг.

$$t_1 - t_2 = 70 - 20 = 50^\circ.$$

Для нашего количества $1,2 \text{ м}^3$ потребуется тепла:

$$Q_1 = 1,2 \times 506 \times 0,6 \times 50 = 18250 \text{ кг-кал.}$$

б) На нагрев воды. В 1 м^3 сырого шпона содержится 344 кг воды.

Потребное на нагрев его количество тепла равно:

$$Q_2 = 1,2 \times 344 \times 1 \times 50 = 20630 \text{ кг-кал.}$$

в) На испарение воды. Из 1 м^3 сырого шпона надо выпарить 300 кг воды. Согласно таблице теплосодержания на теплоту испарения при 70° требуется 556,8 кг-кал, а так как всего надо выпарить $1,2 \times 300 = 360$ кг воды, получаем:

$$Q_3 = 556,8 \times 360 = 200500 \text{ кг-кал.}$$

Всего потребуется следовательно для просушки шпона:

$$Q_{\text{пр}} = Q_1 + Q_2 + Q_3 = 239430 \text{ кг-кал.}$$

Так как 1 кг нагретого до 70° влажного воздуха при своем выходе имеет теплосодержание в 155 кг-кал, которое накопилось постепенно благодаря постоянному подогреву и поглощению пара из древесины, то за вычетом тепла, идущего на подогрев воздуха с 20 до 70° и таким образом потерянного —

$$0,241 \times 50 = 12,05 \text{ кг-кал,}$$

получим полезного тепла:

$$155 - 12,05 = 142,95 \text{ кг-кал.}$$

Таким образом часовая потребность в свежем воздухе определяется:

$$G = \frac{239430}{142,95} = 1675 \text{ кг/час.}$$

Количество это имеет объем:

$$1,675 \times 0,845 = 1415 \text{ м}^3/\text{час.}$$

2. Указанное количество тепла на нагрев воздуха составляет:

$$Q_1 = 1675 \times 12,5 = 20200 \text{ кг-кал.}$$

3. Потери тепла в час. от теплоотдачи через стенки.

Общую поверхность будем считать равной ок. 460 м². При среднем коэффициенте теплопотерь $k=1,3$ и при разности температур в 50°

$$Q_2 = 460 \times 1,3 \times 50 = 29900 \text{ кг-кал.}$$

4. На нагрев железного оборудования внутри сушилки при весе его ок. 30 000 кг на каждый рабочий час получим:

$$Q_3 = \frac{1}{8} \times 30000 \times 50 \times 0,114 = 21400 \text{ кг-кал.}$$

5. На мощность, включая вентиляторы, потребуется 25 л. с.

для 1 л. с.—ок. 6400 кг/час.

$$Q_4 = 25 \times 6400 = 160000 \text{ кг-кал.}$$

Общая потребность в тепле сушилки выразится:

$$Q_{\text{общ}} = Q_{\text{нр}} + Q_1 + Q_2 + Q_3 + Q_4 = 470930 \text{ кг-кал.}$$

Из 1 кг пара для сушильной установки можно использовать ок. 540 кг-кал.

Для просушки 1,2 м³ согласно изложенному выше требуется:

$$G = \frac{470930}{540} \cong 872 \text{ кг пара}$$

или для просушки 1 м³:

$$G = \frac{872}{1,2} = 725 \text{ кг.}$$

В действительности при наличии ленточных и роликовых сушилок следует считаться с гораздо большими потерями тепла, чем в дыхательных прессах, и поэтому полученный результат, как правило, выправляется при помощи поправочного коэффициента. В данном случае коэффициент этот надо брать равным 0,75—0,8.

Таким образом окончательный результат выразится:

Потребность установки в паре

$$G = \frac{872}{0,8} \text{ до } \frac{872}{0,75} = 1090 \text{ до } 1160 \text{ кг}$$

и расход пара на 1 м³ высушиваемого шпона равен:

$$G = 900 \text{ до } 965 \text{ кг.}$$

Следовательно на 1 кг испаряемой из дерева воды надо считать от 3 до 3,2 кг пара.

Ниже приводим несколько таблиц, облегчающих работу производственника.

1. Продолжительность сушки в современных установках для искусственной сушки фанерного шпона (ленточных, роликовых и комбинированных с роликами и нагревательными плитами и т. д.). Испарение воды = 300 кг/м³, t нагретого воздуха = 70°, t свежего воздуха = 20°, относительная влажность $\varphi = 0,7$, коэффициент движения воздуха $\varepsilon = 0,8$ (табл. 53).

Таблица 53

Толщина шпона d (в мм)	1	1,1	1,2	1,5	2	3	4	5	6	7	8
Продолжительность сушки Z (в мин.)	8,05	9,3	10,6	14,7	22,8	41,7	64,6	90	118	148	180

2. Продолжительность сушки лущеного или строганого шпона при естественной или комбинированной (естественной и искусственной) сушке в сушильных помещениях. Средняя t воздуха 25°. Испаряемая влага — 300 кг/м³; $\varepsilon = 0,5$; $h_{10}^1 = 23,76$ (по табл. 50) (табл. 54).

Таблица 54

Толщина шпона d (в мм)	0,6	0,8	1	1,1	1,2	1,5	2	3	4	5
Продолжительность сушки Z (в час)	0,98	1,52	2,1	2,44	2,77	3,86	5,96	10,9	16,9	23,5

3. Расход пара и топлива в сушильных установках при производительности в 1 м³ в час (табл. 55).

Таблица 55

Род установки	Приблизит. часовая потребность в кг			Число обслужив. персонала
	пара	топлива для получен. пара		
		камен. уголь	дрова (возд.-сух.)	
Дыхательные прессы .	642	81	214	2—4
Сушилки роликов и ленточн.	900—1 000	120	317	2—4
Сушильн. камеры и каналы	900	112	300	2—4
Сушильн. залы зимой	900	112	300	2—4

Прирезка шпона

После сушки шпон прирезается. Пачки обыкновенного шпона сначала обрезаются на круглой пиле. На этой пиле обрезаются также фанеры из ценных пород с красивой текстурой, если они имеют слишком неправильную или неудобную для обработки форму. При этом необходимо однако следить, чтобы этим не нарушилась возможность составления симметричного рисунка.

Ножницы для прирезки рубашек. Шпон с прямым направлением волокон обычно прирезается на определенный размер посредством фанерных ножниц (рис. 115). На этих ножницах прирезку шпона можно также производить целыми пачками, обычно с допуском в длине и ширине против размеров готового изделия. Этот допуск в 25,4 мм (1") необходим для окончательной обрезки после склейки

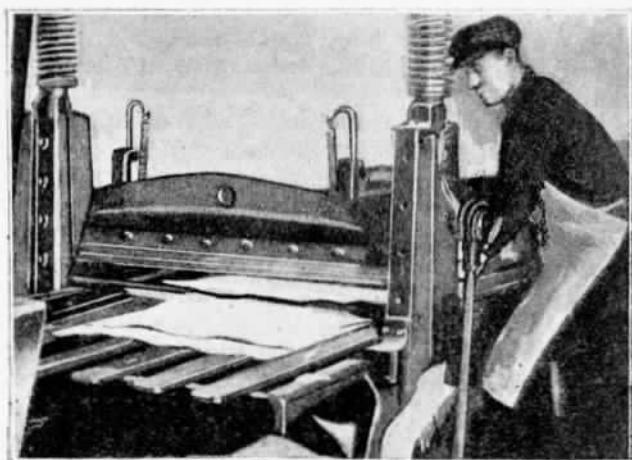


Рис. 115. Ножницы для резки шпона

Различные виды правых и левых рубашек. При прирезании особое внимание необходимо уделять ширине и качеству внешних фанер, так как тут имеются следующие возможности: правые рубашки: из одного куска; из двух симметрично составленных кусков: с симметричными швами; с любыми швами; подобранные по цвету; из заболони;

левые рубашки: без дефектов; неоднобразного рисунка.

Термин «из одного куска» понятен сам по себе. Такие шпоны поставляются в виде ножевых, пиленных или разработанных в полдерева фанер большой ширины, в свою очередь зависящей от ширины сегмента за вычетом потерь. Из лущеного шпона получают широкие верхние рубашки из цельного куска, применяемые при составлении рисунков.

Куски, составленные симметрично к середине, идут на клееную фанеру, для которой обычная ширина фанерных лент не

достаточна. Для устранения оптического обмана от невыравненности рисунка и окраски наиболее целесообразно составлять верхние рубашки из двух равных кусков. Оба отдельных куска одинаковой ширины должны быть положены рядом наподобие двух листов раскрытой книги. Для достижения симметричного расположения рисунка одна полоса кладется выпуклой стороной, а другая — вогнутой. В связи с таким расположением мелкие трещины от разреза на одной половине рубашки будут выступать больше, чем на другой.

После окраски или травления, шпаклевки и лакирования иногда проступают различия между оттенками этих двух половин. Непосвященные иногда принимают эти различия за дефект обработки. В действительности же тут проявляется различие в характере древесины. Такое явление служит доказательством правильной обработки. Легко понять, что отбор предназначенных для рубашек листов, составленных из двух кусков, в общем должен производиться с особой тщательностью. Иногда некоторые потребители требуют, чтобы лущеный шпон раскладывался симметрично к середине. Это однако дает лишь симметрию, но не гармоничность рисунка.

Симметричные и другие швы — термины, указывающие, должны ли рубашки располагаться симметрично, или их можно составлять как угодно, в зависимости от данной ширины. Подбор верхних рубашек можно производить по оттенку, как например в отношении клена или березы, когда требуется чистая белая или красноватая фанера. В этом случае полосы другого оттенка должны идти в отпад, либо употребляться в качестве левых рубашек.

Указание о заболони означает, что заболонь или более светло окрашенный товар, снятый с краев сегментов или с внешних слоев чурака, не считается браком и допускаются в качестве верхних рубашек.

Задние рубашки обеспечивают выравнивание действующих на клееную фанеру напряжений и поэтому выбираются точно такой же ширины и вырабатываются из того же дерева, что и передние рубашки. Но это не всегда необходимо. Наоборот, в подавляющей части ходового товара для передних рубашек применяется особый, предписанный потребителем сорт древесины, между тем как на нижний шпон большей частью идет совершенно другая, часто малоценная древесина. В некоторых случаях на обе стороны клееной фанеры наклеивается первосортный шпон, например при изготовлении фанеры для дверей и вообще в тех случаях, когда видны обе стороны фанеры.

Задними рубашками без дефектов называются составленные любым способом шпоны, в которых дефектные места вырезаны и при выделке которых не учитывались рисунок и окраска.

Фанеры с неоднородным рисунком применяются в тех местах, где они обычно не видны, например для нижней стороны столовых досок. Для этой цели допускаются даже дефекты и открытые швы.

Фугование, составление и склеивание кромки шпона

Швы между отдельными листами передних рубашек в изделии не должны быть видны, поскольку наличие их не изменяет направления волокон.

Фуговальные станки. Пиленые или срезанные кромки шпона отделывают на фуговальном станке согласно рис. 116.

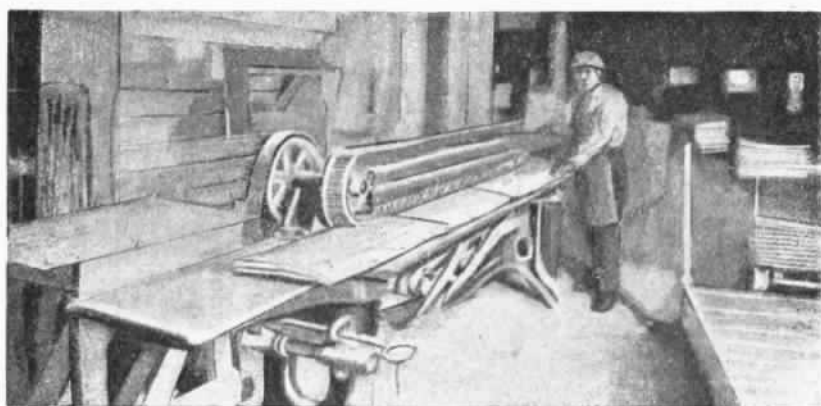


Рис. 116. Кантовочно-фуговальный станок

Пачку шпона приблизительно 25,4 мм (1") толщины прежде всего аккуратно складывают, затем укрепляют на рабочем столе и проводят мимо быстро вращающейся шарошки. (Эти шарошки иногда снабжены 16 отдельными резцами — рис. 117). Снима-

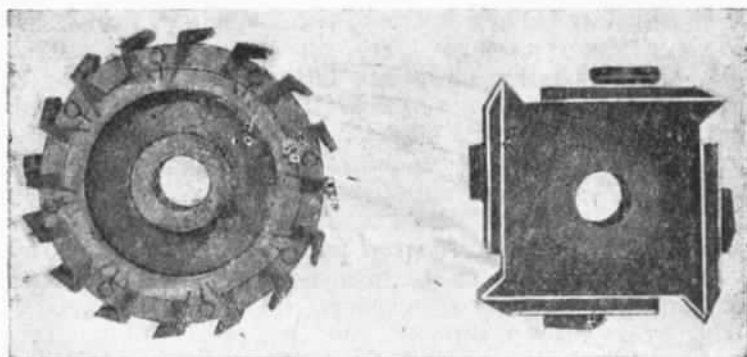


Рис. 117. Шарошки для фугования фанеры с 16 и 4 ножами

ются только тонкие стружки, так как при сильном срезе легко могут получиться неровности или растресканные кромки. Часто необходимо проводить пачку мимо шарошки несколько раз, пока не добиваются совершенно ровной кромки. При этом важно,

чтобы подача была небольшая, а ножи весьма острые. Для получения действительно хорошо пригнанных кромок необходимо, чтобы направление волокон было весьма точным.

Для фугования шпона, из которого составляются ромбы, пирамиды или другие фигуры, на многих производствах отдают предпочтение точным фанерным ножницам, так как они дают более точную пригонку (рис. 118).

Сборка листов для передних рубашек. После пра-

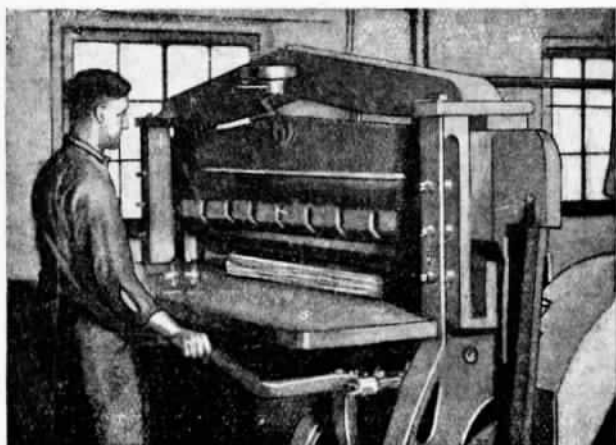


Рис. 118. Тяжелый фанерофуговальный станок

вильного фугования листы поступают на стол для составления их и затем на ножницы. Сборка — одна из наиболее важных работ в производствах клееной фанеры, изготавливающих столярные, щиты с рубашками из ценных пород. В Германии клееная фанера производится таким образом, что заводы обыкновенно ограничиваются поставкой переклеенных щитов без рубашек. Исключение составляют только те заводы, которые выпускают толстые щиты более крупных размеров, венированные дубом, красным деревом, а иногда и орехом. К этому вопросу мы еще вернемся в дальнейшем. Описанные здесь работы проводятся в Германии и в других европейских государствах мебельными мастерскими и фабриками. Мастер производит самый тщательный отбор шпона и выбирает из числа имеющихся листов экземпляры, при составлении которых обеспечено получение требуемого рисунка. Как правило эти верхние рубашки обрезаются с допуском против готового продукта в 25,4 мм (1") на каждой кромке.

Станки для сборки шпона с помощью бумажных полос (ребросклеивающие). После предварительной обработки шпон готов для составления верхней рубашки.

Типичный станок для сборки изображен на рис. 119. На рисунке ясно видно, как стоящий справа рабочий сдвигает руками предназначенные для склеивания шпоны. Ролики, под

которыми сначала проводятся обе части листа, служат для плотного сдвигания кромок; установлены они с легким уклоном. С установленной над станком катушки разматывается гуммированная бумажная полоса. Гуммированная сторона бумаги проходит вдоль роликов, которые вращаются с другой стороны в теплой воде и смачиваются в ней. Затем бумажная полоса посредством более широкого выпуклого ролика прижимается к плотно сдавливаемым частям шпона. Этот более широкий нажимный ролик нагревается газом или электричеством. Благодаря нагреву склеивающее вещество бумажной полосы сразу же схватывается и одновременно высушивается. Как только соединенные шпоны прошли через станок, стоящий с левой стороны, приемщик проверяет соединения. Если по какой-либо причине работа не окажется безупречной, бумажная лента снова срывается, раньше чем затвердеет связующее вещество, и рабочий ход повторяется. На некоторых немецких заводах, пользующихся американскими ребросклеивающими станками, работа приемщика облегчается тем, что стол за нажимным роликом снабжается стеклом, под которым помещена сильная электрическая лампочка. Неточно пригнанные стыки сразу заметны вследствие того, что бумага просвечивает; поэтому листы шпона переворачивать не надо.

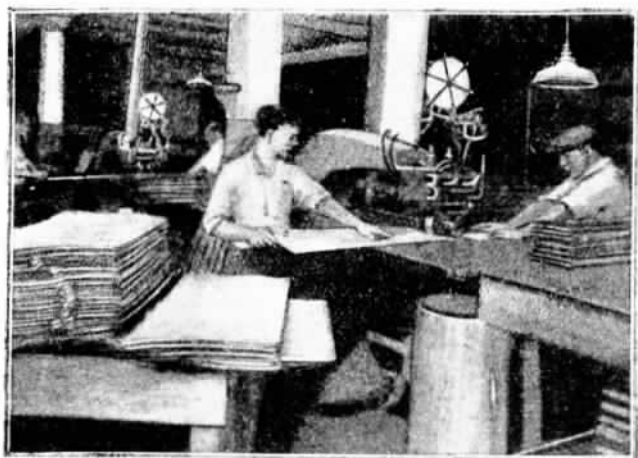


Рис. 119. Ребросклеивающий станок

На некоторых заводах бумажными полосами склеиваются не только сфугованные кромки, но ими же обклеиваются и внешние кромки, что предупреждает отщепление при обработке хрупкого товара.

Различные клеильные бумаги. Клеильные полосы изготавливаются из материи или бумаги различной толщины и ширины. Применяют и гладкие и продырявленные полосы. На большинстве из них клей нанесен только с одной стороны. Иногда применяют и негуммированные полосы; в таких случаях

клей наносится самим станком. На рис. 120 изображен ряд различных клеильных полос. Обычно употребляются полосы шириной приблизительно в 25,4 мм (1") и толщиной в 0,5 мм

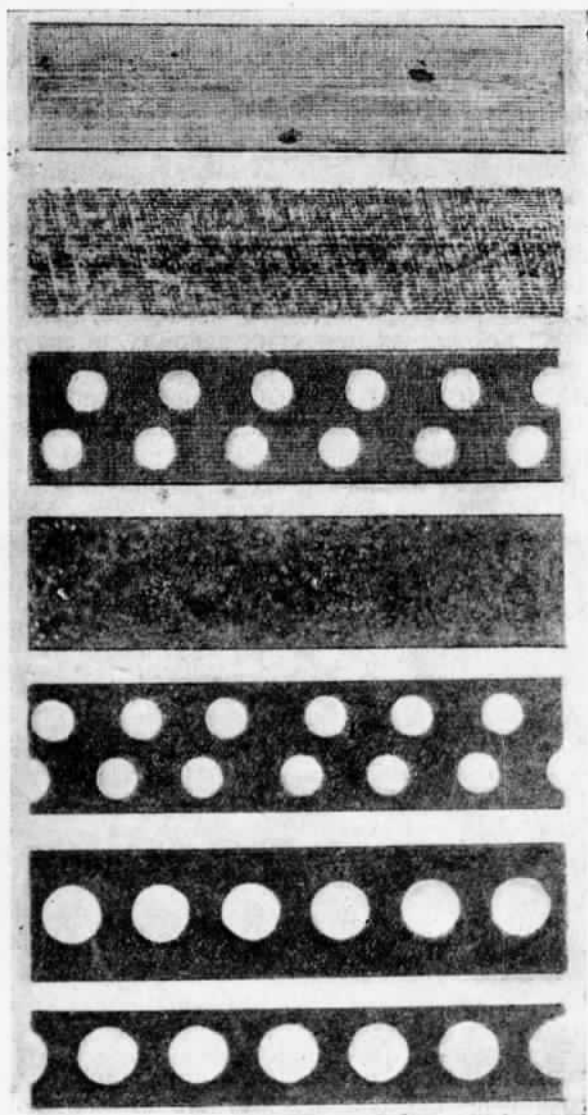


Рис. 120. Перфорированные и простые клеильные ленты

(0,02"). Многие производственники утверждают, что наносимый станком клей легко загрязняет шпон и помимо того недостаточно надежно склеивает. Приверженцы же нанесения клея станком, наоборот, утверждают, что этим способом достигается более

прочное схватывание бумаги и дерева. Оба способа имеют своих приверженцев среди видных специалистов фанерной промышленности.

За последнее время матерчатые полосы употребляются лишь при ручном фуговании для составления образцов. Такой шпон обычно разрезается в продольном направлении и соединяется посредством матерчатых полос так, как это требуется для складывания образцов в чемодане.

Перфорированные (дырчатые) клеильные ленты вначале употреблялись лишь для сборки клееной фанеры. Раньше полагали, что перфорированная лента отрицательно влияет на клейку фанеры. Взгляд этот оказался ошибочным, и в настоящее время в Америке в ходу перфорированные и простые тонкие бумаж-

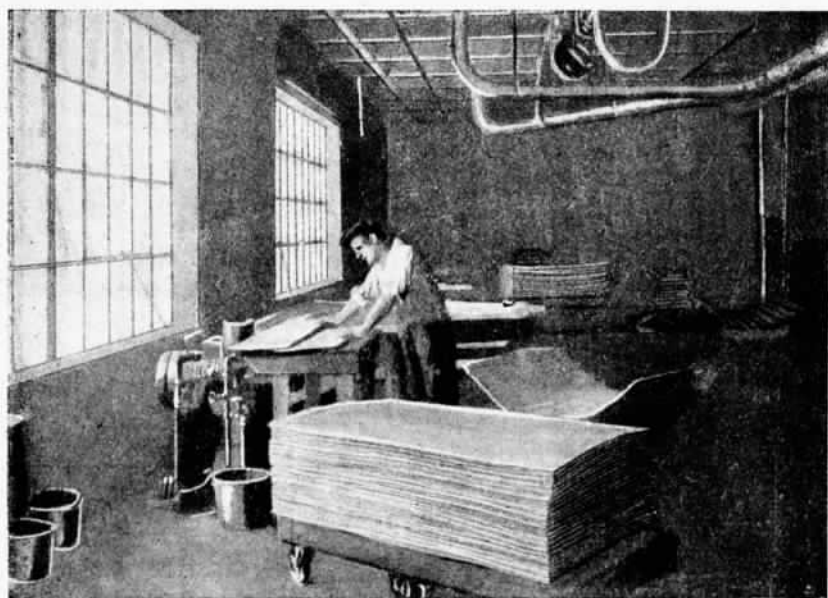


Рис. 121. Станок для нанесения клея на кромку

ные ленты. В Германии ребросклейка обычно производится на специальных станках без бумажных полос.

Существуют ребросклеивающие станки, наносящие клей на кромки собранных полос после того, как последние уже сфугованы и скреплены бумажной лентой. Достигается это тем, что соединенные бумагой полосы перегибаются по линии соединения таким образом, что лента остается с внутренней стороны перегиба. Затем кромки пропускаются вдоль клеевого валика (рис. 121). После нанесения клея полосы снова раскрываются. Проступающий клей стирается или соскребается, затем фанерные листы раскладываются в формы (рис. 122) бумажной полосой книзу, благодаря чему покрытые клеем кромки немного сдавливаются. В этом положении листы остаются до схватывания клея.

Склеивание фанерных швов без бумажных полос. Стремление избежать при склейке рубашек и серединок применения бумажных полос, мешающих плотному соединению между листами шпона, привело к конструированию станков, работающих по другому принципу и нашедших применение почти на всех современных западноевропейских заводах. Идея их заключается в ребросклейке без применения склеивающих полос.

Пачка шпона в этих станках, после того как обрезается под давлением кромки, подводится к клеевому ролику. Клей пристает к кромкам, но благодаря давлению не проникает между отдельными листами. Пачки оставляются под давлением до некоторого сгущения клея. После прекращения давления кромки отдельных листов шпона выходят покрытыми сырым клеем.

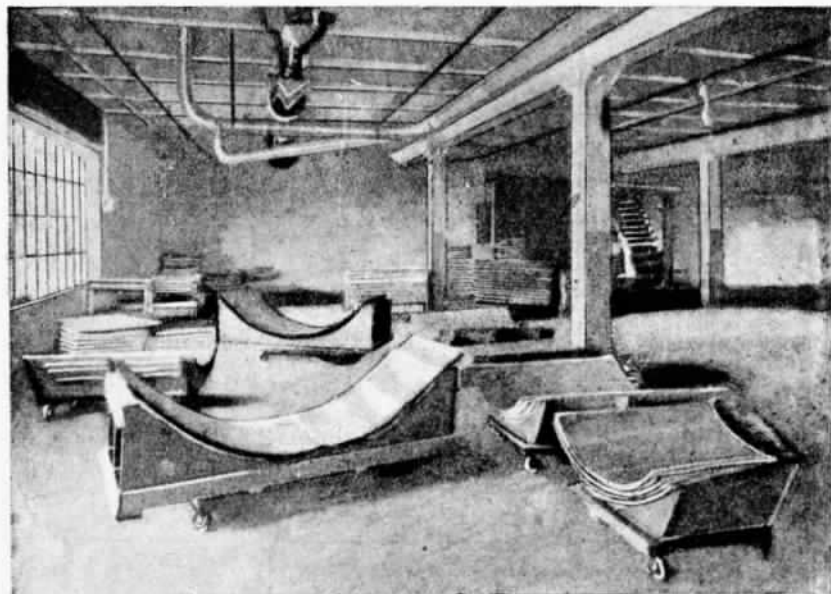


Рис. 122. Формы для укладывания склеенного по кромке шпона

Современные фуговально-клеильные станки. Составление шпона производится на станках, изображенных на рис. 123. С правой стороны станка видно небольшое углубление, из которого выступает ролик. Этот резервуар наполнен какой-либо ускоряющей схватывание клея жидкостью, например раствором формальдегида или же параформальдегида. Под столом ясно видны две транспортные цепные ленты. Обе эти цепи проложены не вполне параллельно. Между ними находится узкая плита, нагреваемая электричеством или паром. Над этой плитой устроена вертикальная перекидка, прижимаемая посредством пружинного нажима к нижней цепи действием нижнего рычага. Второй рычаг служит для нажима на придерживающие шпон ролики (рис. 124). Ленты сближают кромки и сдавливают их, в то время как шпон проскальзывает между нагревательной плитой

и вертикальной перекладиной, причем последняя немного нажимает на склеенный шов. При выходе шпона с левой стороны клей благодаря формальдегиду уже успевает подсохнуть, и если только кромки были безупречно сфугованы, получается плотное соединение. При работе на таких станках требуется конечно более точное фугование, чем при применении клеильных полос. Для фанеры из ценных пород можно пользоваться и более тяжелыми фуговальными станками, применяемыми в европейском производстве для более толстых шпонов. Склейка шва длиной приблизительно в 1524 мм (5') при толщине шпона в 1,6 мм ($\frac{1}{16}$ ") завершается на таком станке в 8 сек.

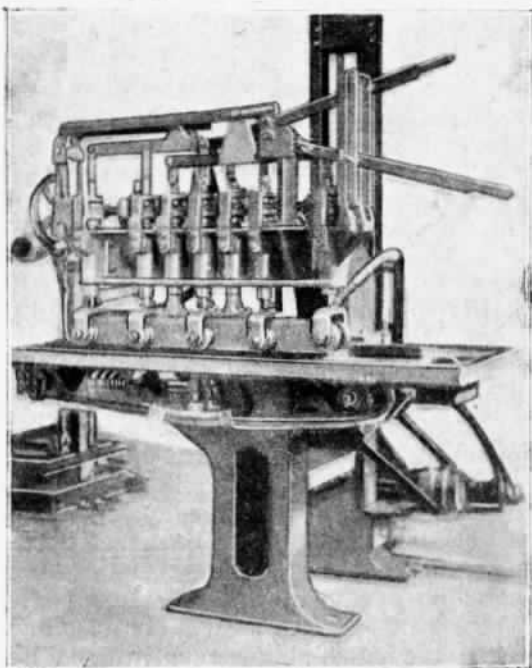


Рис. 123. Фанерный фугосклеивающий станок

Надо оговориться, что для передних рубашек такие станки применимы только в тех случаях, когда не придется значения точно подобранному рисунку. Эти станки вполне пригодны как для склеивания рубашек из ценных пород с полосатым узором,

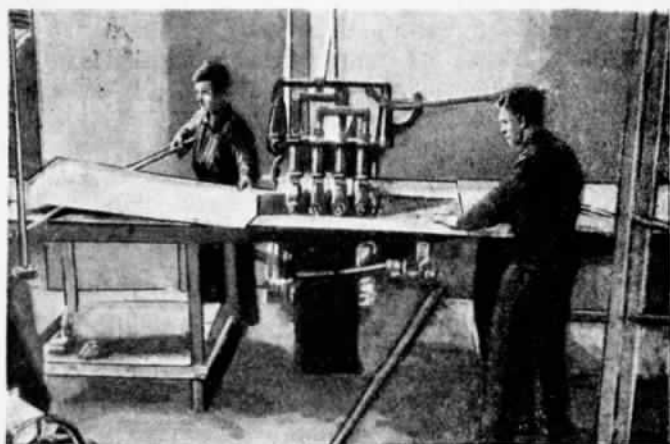


Рис. 124. Фугосклеивающий станок легкой конструкции

так и для фанеры дубового шпигеля. Для нижних же рубашек они всегда пригодны.

Сборка левых рубашек, внутренних шпонов и серединок. Задние рубашки фугуются и составляются аналогичным способом. В Америке такой же точно установкой пользуются для составления серединок. На новейших европейских заводах выработаны новые методы, которые будут описаны при рассмотрении методов предварительной обработки шпонов, идущих для производства клееной фанеры.

Обработка облицовочной фанеры из наплывов

Процесс прирезания и составление облицовочной фанеры, снятой с наплывов, соединенной посредством боковой и торцовой склейки из двух или четырех полос, мало отличается от описанного выше процесса. Эту работу можно поручить только очень опытным рабочим. При составлении сложных рисунков потери на отход играют лишь второстепенную роль. Для умелого выбора листов и использования скрытых в них возможностей необходимы хорошая школа и сила воображения, без которых не удастся составить верхние рубашки, производящие художественный эффект.

Тяжелые ножницы (гильотина). После выбора подходящего товара облицовочная фанера прежде всего обрезается. Работа эта должна производиться без трещин, расщепления или ломки торцов фанеры, обладающей весьма незначительной сопротивляемостью разрыву. Для этой тонкой работы непригодны ни простые ножницы, ни фуговальные станки. Наиболее подходят для этого тяжелые ножницы, первоначально сконструированные для резки тюков бумаги. Они приспособлены для точного реза под прямым углом и параллельного реза (рис. 118). На станке закрепляют пачку из 4, 8, 12, 16 или больше последовательно снятых с сегмента фанер и обрезают их по точной, предварительно намеченной линии. Видный над станком пресс плотно сдвигает пачку. Резка на таком станке дает гладкую кромку, без заметных трещин даже на торцовых кромках. Особенно хрупкие фанеры не следует обрезать в слишком сухом виде. На некоторых заводах фанеру даже увлажняют перед обрезанием для придания ей большой гибкости. Верхний и нижний листы пачки целесообразно покрыть картоном или бракованной фанерой. Как только пачка обрезана, ее прикладывают обрезанной кромкой к боковому упору установленному под точным прямым углом к поверхности среза. Затем пачку снова подвергают давлению и производят следующий срез. Неправильные и противоположные кромки для удобства обрезают с соответствующим допуском параллельно склеиваемым кромкам.

Составление рисунков из облицовочной фанеры. Этот метод, много раз проверявшийся и усовершенствованный, передается из поколения в поколение и все еще считается рациональным. Применяется он везде, где нет специального дорого

стоящего оборудования или по каким-либо мотивам предпочитается работа вручную.

Два смежных листа сегментной пачки, из которых один перевернут на 180° , сперва укладываются на стол таким образом, чтобы получился точно согласованный рисунок, независимо от того, необходимо ли будет обрезать остальные кромки. Внешние кромки

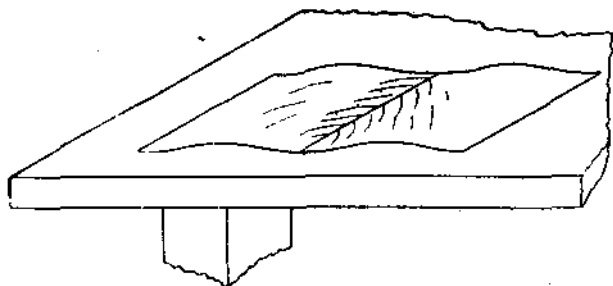


Рис. 125. Составление шпона вручную

этих парных фанер прикрепляются к столу, — для этого целесообразно пользоваться легкими штифтиками и небольшим молотком. При этом листы укладываются не совсем плоско, а слегка изогнутыми кверху, чтобы можно было плотнее сдавливать кромки (рис. 125). Оба фанерных листа соединяются посредством бумаж-

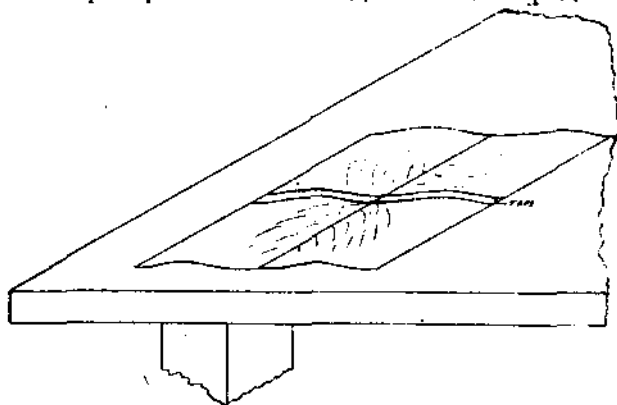


Рис. 126. Соединение четырех отдельных кусков шпона вручную

ной ленты и придерживаются гирьками или мелкими штифтиками. Следы от штифтиков заполняются. Когда клей клеевых полос первой пары фанерных листов успеет засохнуть, этим же способом составляется другая пара и т. д. Составленные пары соединяются в пачки и подаются к гильотине для точной и равномерной обрезки.

После фугования и обрезания предназначенные для сборки обе пары фанерных листов клеевыми полосами кверху укладываются на стол. Обе пары фанеры, так же как в начале



Рис. 127. Декоративная фанера для круглого стола, составленная из восьми отдельных кусков шпона

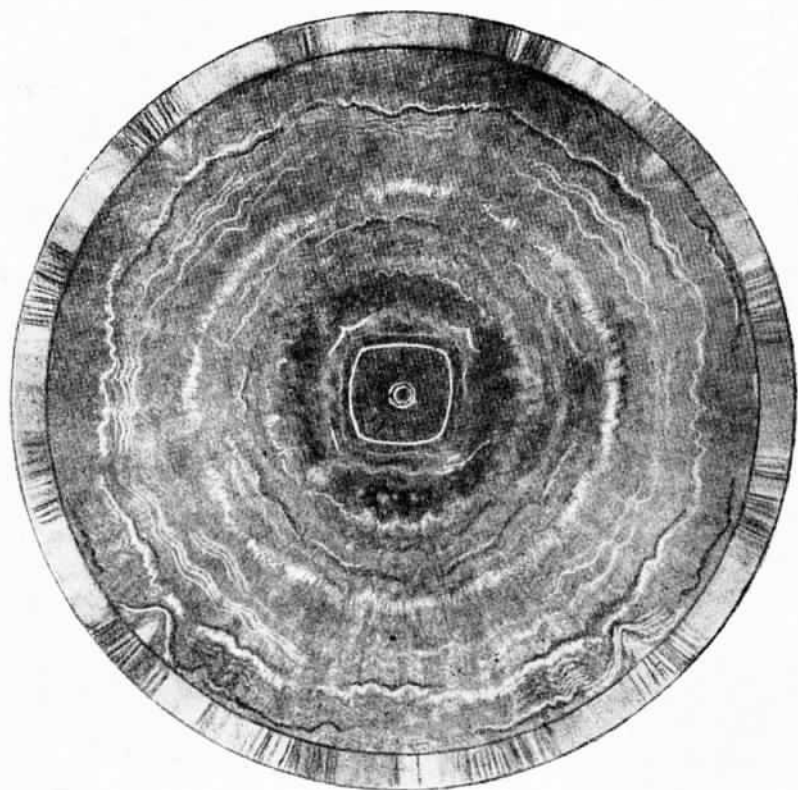


Рис. 128. Декоративная фанера для круглого стола, составленная из восьми узорчатых кусков шпона (ореховый наплыв с каймой из простого ореха)

отдельные листы, прежде всего прикрепляются штифтиками к столу (рис. 126), но не совсем плоско, а так, чтобы при выравнивании овала производилось некоторое давление на новые швы. При этом необходимо особенно тщательно следить за точной согласованностью рисунка на крайних швах, а также за тем, чтобы углы не были расщеплены или надорваны. После этого, отяготив предварительно обрабатываемые листы гирьками или прикрепив их штифтиками к столу, на новый шов накладывают бумажную клеильную полосу. Эти полосы после наклейки верхней рубашки на лист фанеры удаляются на шлифовальном станке. Некоторые специалисты предпочитают сперва сфуговать торцовые кромки. По отношению к известным породам этот способ вполне уместен. Рабочий процесс в обоих случаях одинаков.

На рис. 127 и 128 показаны примеры необычайно художественных эффектов, достигнутых при умелом составлении шпона из ценных пород. Рис. 127 изображает декоративную фанеру для круглой столовой доски, составленную из восьми отдельных узорчатых фанер красного дерева; рис. 128 дает представление о другой декоративной фанере для круглого стола, составленной из восьми частей орехового наплыва, окруженных бордюром из мелких кусочков полосатого ореха.

ХРАНЕНИЕ ШПОНА НА СКЛАДЕ

Складские помещения для облицовочной фанеры

Воздух на складах должен быть ни слишком теплым, ни слишком холодным и средней влажности. Складочное помещение снабжается сухим настилом и прочными полками, решетинами или досками для штабелевки листов ценных фанер. Сухой настил является очень важным условием. Полы зданий обычно слишком сухие. Идеальным считается состояние воздуха, при котором шпон, высушенный до влажности 12—15%, не впитывает и не отдает больше влаги. Складываемые фанеры обычно штабелюются таким образом, чтобы листы лежали плоско и прямо, чем предупреждается их сморщивание или растрескивание.

Фанеры, складываемые иным способом, весьма часто обнаруживают понижающие их ценность дефекты в виде складок, трещин или надрывов. Складывание ценных фанер требует более тщательных приемов, чем складывание простой фанеры.

Облицовочная фанера из ценных пород в сегментах или пачках

Товар с красивой текстурой, а также предназначенный для внешних рубашек, при разработке складывается последовательно целыми сегментами. Сегменты, выпиленные из пней, разветвлений, развилин и т. п., по возможности складываются в том порядке, в котором они были расположены в стволе. Однородный или сходный узор отдельных листов облегчает их применение при составлении симметричного рисунка. В Америке каждый сегмент снабжают следующей маркой:

№ 7631 В
2354/1
1—3/

Способы маркировки различных заводов конечно различны. Первое число означает обычно номер серии, поставленный на каждый сегмент до его разработки на фанеры. Литера «В» обозначает примерно второй сегмент, взятый из того же кряжа, тогда как предыдущий сегмент обозначался литерой «А». Второе число оз-

Шпон для рубашек обыкновенно пакуются в обрешетинах. Серединки иногда связываются в большие пачки, но чаще и они поставляются в обрешетинах.

Фанерные листы для рубашек и среднего слоя должны штабелеваться в плоском виде до такой высоты, чтобы их удобно было доставать. Товар в пачках, выдержанный на складе достаточное время для приспособления к окружающему воздуху и плоско слежавшийся, ценится выше, чем шпон, непосредственно взятый с производства. Положенные на пачки тяжести удерживают их в прямом положении и часто выравнивают образуемые при сушке мелкие складки.

КОНСТРУКЦИЯ КЛЕЕНОЙ ФАНЕРЫ, РАЗЛИЧНЫЕ ЕЕ ВИДЫ И СОСТАВНЫЕ ЧАСТИ

Различия между видами

В гл. III было уже объяснено, что представляет собой клееная фанера в Америке и Европе. В той же главе указаны отличительные признаки отдельных видов клееной фанеры, поскольку, это требуется для уяснения изложенного.

При рассмотрении свойств шпона, способов его производства и применения неоднократно указывалось, что преобладающая часть шпона находит применение для изготовления клееной фанеры. Для выпускаемых на американский рынок сортов клееной фанеры шпон обрабатывается на станках, описанных в предыдущих главах. Но в этом описании попутно указывалось, что в Европе, а особенно в Германии, клееной фанерой с успехом пользуются и для других целей и что поэтому обработка европейских сортов будет рассмотрена в отдельной главе. Для выявления различий между американской и европейской клееной фанерой ниже рассматривается типичная структура обоих видов.

Американская клееная фанера

Различные типы клееной фанеры можно условно разделить на приводимые ниже четыре класса (на рис. 130 изображены наиболее употребительные конструкции):

- клееная фанера с серединой из пиломатериала;
- клееная фанера с серединками из толстого шпона;
- клееная фанера-трехслойка из трех листов шпона одинаковой толщины;
- клееная фанера гнутая.

Однако это разграничение не имеет точных пределов.

Описание последнего класса последует ниже, в связи с изложением способа изготовления предметов из гнутой фанеры. Не задаваясь целью проводить параллель между качеством отдельных классов, мы даем лишь их описание и приводим главные принципы, положенные в основу различных американских конструкций.

Клееная фанера с серединой из пиломатериалов (пятислойка). Эта конструкция обыкновенно называется сто-

лярным щитом или столярной доской и вырабатывается из пяти перекрывающих друг друга слоев. Обычная толщина этого товара — от 12,7 до 22,2 мм (от $\frac{1}{2}$ до $\frac{7}{8}$ ").

Если столярные щиты предназначены для изготовления письменных столов или гладких дверей, толщина берется от 28 до 47,6 мм (от $1\frac{1}{8}$ до $1\frac{7}{8}$ "). При изготовлении столярных щитов толщиной 25,4 мм ($1\frac{1}{4}$ ") и меньше, рубашки которых предполагаются из ценной породы, например ореха или красного дерева, последняя может быть толщиной в 0,9 мм ($\frac{1}{28}$ "). Лучшее качество товара дают рубашки несколько большей толщины, приблизительно 1 мм ($\frac{1}{24}$ "), так как при этом меньше опасности повреж-

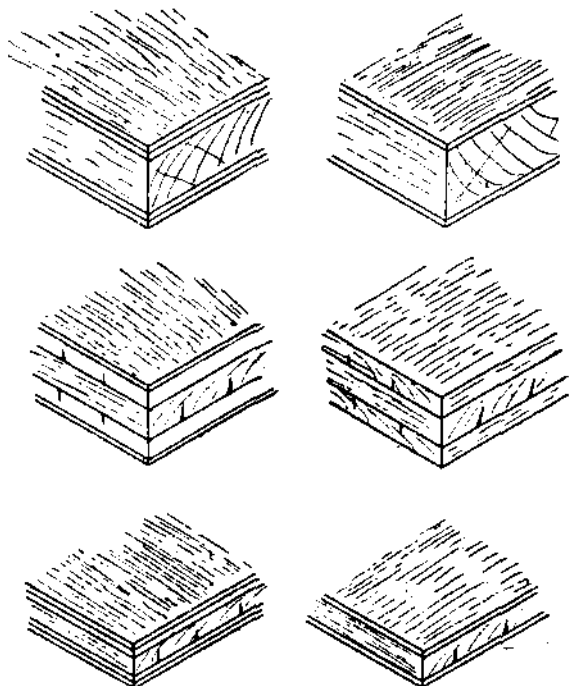


Рис. 130. Американская клееная фанера с рубашками из ценных пород

ждения лицевой фанеры при шлифовке, но общепринятая в торговле толщина рубашек из ореха и красного дерева составляет 0,9 мм ($\frac{1}{28}$ "). В случаях, когда требуется более толстая фанера из ценной породы, это обычно особо оговаривается при заказе. Гладкий, лущеный или шпунтовый шпон из дуба обычно применяется толщиной в 1,3 мм ($\frac{1}{20}$ "), а иногда даже 1,6 мм ($\frac{1}{16}$ ").

В особо высокосортной переклейке верхняя и нижняя рубашки должны быть одинаковой толщины и из одной и той же древесины, причем и левая и правая рубашки выбираются после сортировки. В общем же достигаются хорошие результаты и при рубашках из различной древесины.

Внутренние переклеивающие шпоны обычно берутся толщиной в 1,3 мм ($1/20''$). Некоторые же заводы применяют шпон толщиной 1,6 мм ($1/16''$) и 1 мм ($1/32''$). В Америке в качестве внутренних шпонов применяются преимущественно тополь и эвкалипт, так как древесина этих пород более доступна по стоимости, дает возможность получить более хорошие клеевые швы и мало поддается короблению. Некоторые специалисты предпочитают внутренние шпоны из более твердого дерева, считая, что они послужат более прочной опорой для тонкой и слабой рубашки и повысят сопротивляемость переклейки. Хотя дерево более твердой структуры, как клен, береза, дуб, хуже принимают клей, но применение его в качестве основания для слабых рубашек вполне оправдывается. Само собой разумеется, что левые и правые рубашки должны в этих случаях состоять из дерева одинаковой породы и одинаковой толщины. Следует отметить, что шпон для внутренних слоев обрабатывается с меньшей тщательностью, чем рубашечный.

Для внутреннего шпона, лежащего непосредственно под правой рубашкой, т. е. слоя, укладываемого непосредственно под фанерой из ценной породы, применяется преимущественно цельный лист без склеенных бумажными полосами швов; под левыми же рубашками кладется товар, составленный с помощью клейких полос. Каждый шов шпона может быть источником дефектов, так как неравномерная толщина, неплотности шва или другие дефекты проступают через тонкую фанеру рубашки, особенно если последняя шлифуется или полируется.

Наиболее распространенными древесными породами для серединок являются обыкновенный тополь и эвкалипт, хотя для этой цели вполне можно использовать ряд других древесных пород. Однако следует избегать конструирования серединок из древесины различных пород. Серединки из лиственного дерева редко выполняются тоньше 8 мм ($5/16''$). Для более тонких серединок обычно применяется толстый лущеный шпон. В более толстых щитах в 25,4 до 50,5 мм (1 до 2") рубашки должны быть толщиной от 1,6 до 1,3 мм (от $1/16$ до $1/20''$), а внутренние шпоны от 2,1 до 1,6 мм (от $1/12$ до $1/16''$). Серединки обычно состоят из узких реек, часто из отпада другой продукции.

Клееная фанера с серединой из толстого шпона, пятислойная. Все изложенное выше относительно верхних и нижних рубашек и внутренних шпонов относится также и к этим сортам фанеры, называемым панелями.

Серединка из фанеры хотя бы самых лучших сортов липы или тополя обладает меньшей сопротивляемостью и более склонна к короблению и изгибу, чем пиломатериал. Никогда нет уверенности, что такая серединка останется вполне плоской. Объясняется это весьма просто. Лущеный шпон стремится вернуться к своей естественной форме, которую он занимал в кряже. Но если шпон разворачивается внимательно и добросовестно, то в большинстве случаев все же получается соответствующая своему назначению серединка, правда это возможно лишь при условии

ровной разработки, равномерной толщины, надлежащего фугования и прочного склеивания клеильными полосами. Для достижения равномерной толщины серединок и повышения качества щитов некоторые особенно добросовестные производственники пропускают шпон для серединок не тоньше 3,2 мм ($1/8''$) через специальный строгальный станок. По европейским понятиям это кажется странным, так как в Европе даже полстый (до 10 мм) шпон лущится лучшего качества, чем в Америке, и никакой дополнительной обработки не требует.

Столярные щиты трехслойные. В трехслойной фанере серединка может быть и из шпона и из пиленого дерева. Товар этот требует более тщательной обработки, чем пятислойка, так как тут отсутствуют скрывающие неровности внутренние шпоны. В общем трехслойная переклейка применяется лишь для более дешевых рыночных изделий, поэтому выбору лесоматериалов и обработке его особого внимания не уделяют.

Пятислойная переклейка по качеству, прочности и внешнему виду всегда заслуживает предпочтения. Более высокие расходы по оплате труда и по материалу повышают конечно ее стоимость, но все же в случаях, когда речь идет о фанере из ценных пород и о высококачественной обработке, следовало бы всегда применять пятислойную переклейку. Во избежание недоразумений еще раз подчеркиваем, что американцы под понятием пятислойной переклейки подразумевают фанеру с рубашками из ценных пород, или же верхний слой из ценной породы и более дешевый нижний слой. Американская пятислойная переклейка соответствует выпускаемой на рынок европейской трехслойной фанере, которая впоследствии обклеивается шпоном из ценных пород.

Клееная фанера из слоев шпона одинаковой толщины. Эта конструкция (обычно трехслойная) основана исключительно на принципе рационального использования материала, так как из лущеного шпона одинаковой толщины лучшие листы отбираются для правых рубашек, вторые по качеству — для левых и остальные — для серединок. Таким образом можно целесообразно использовать почти весь кряж.

Клееная фанера для дверей — из сосны, ели, эвкалипта и дуба — обычно выполняется из трех листов шпона одинаковой толщины в 3,5 мм ($1/7''$). Товар затем шлифуется до такой толщины, чтобы его можно было пригнать к пазу 9,5 мм ($3/8''$).

Другой областью применения трехслойки является производство ящиков для тары. Последние обычно изготавливаются из шпона толщиной в 1,3 или 1,6 мм ($1/20$ или $1/16''$).

Европейская клееная фанера

Как упомянуто выше, в Америке под клееной фанерой понимается вся конструкция столярного щита, включая декоративные рубашки, хотя бы и состоящие из шпона ценных пород, и выравнивающий их нижний слой, т. е. готовый продукт, каким

мы видим его в мебели, сиденьях, дверях и т. п. Правда, в отношении мебели такой товар все-таки является еще полуфабрикатом, так как мебель производится из отдельных частей этого самого по себе готового изделия.

В Европе за исключением нескольких мелких французских заводов, поставляющих готовый продукт, сходный с американским, клееная фанера преимущественно вырабатывается в виде полуфабриката. Это в полном смысле слова относится и к столярным щитам, по крайней мере поскольку они выпускаются на рынок фанерными заводами. Заводы, поставляющие клееную фанеру, снабженную рубашками из ценных пород, делают это по особому заказу. Но по количеству это составляет незначительную долю общей европейской продукции. Поскольку на этот полуфабрикат в столярных мастерских, на мебельных фабриках, вагоностроительных заводах и т. п. наклеивается еще шпон из ценных пород и соответствующая ей левая рубашка, т. е. еще два слоя фанеры, постольку поставляемая европейскими заводами трехслойная клееная фанера в готовом виде соответствует американскому пятислойному товару. Эта предпосылка имеет целью предупредить недоразумения при проведении параллели между продающимися на рынке конструкциями.

В Европе клееную фанеру делают на тонкую трехслойку, многослойку (например пятислойку) и толстую фанеру с серединой из пиломатериала (рис. 131—134).

Тонкая трехслойка и многослойная клееная фанера в 5, 7 и 9 слоев общей толщиной от 0,3 до 13 мм по существу соответствуют тому, что американцы понимают под словом «Plywood» в собственном смысле этого слова, а также продукту под названием «Panels». Как видно из рис. 131 и 132, этот товар составляется также из нечетного числа листов шпона. По обе стороны среднего слоя располагают симметрично смежные к нему слои таким образом, чтобы волокна соседних слоев пересекались по возможности под прямым углом. Рис. 133 и 134 изображают конструкции столярных щитов, которые до настоящего времени в американской промышленности не были известны.

Следует еще вкратце упомянуть о целом ряде разновидностей конструкции изображенных на рис. 133 толстых щитов, например щитов с воздушными каналами на стыках между рейками серединок или щитов с надрезанными до известной глубины серединами и т. д. Рамки настоящего труда не позволяют подробно остановиться на всех этих специальных конструкциях. В принципе достаточно придерживаться указанной выше классификации.

Выше было подробно изложено, что клееная фанера в направлении поперек волокон обладает наименьшей сопротивляемостью. К этому нужно еще добавить, что прочность правильно склеенного шва превосходит силу сцепления между частицами древесины перпендикулярно к ее волокнам. Если два листа фанеры или две доски с точно сфугованными кромками склеить хорошим клеем и затем подвергнуть их сжимающему или растягивающему

усилию, то разрыв или излом никогда не произойдет на месте клеевого шва, а в самой древесине; из этого вытекает, что составление серединки столярного щита из реек, как это изображено на рис. 133 или 134, в отношении растяжения и сжатия,



Рис. 131. Тонкая клееная трехслойка



Рис. 132. Тонкая пятислойка

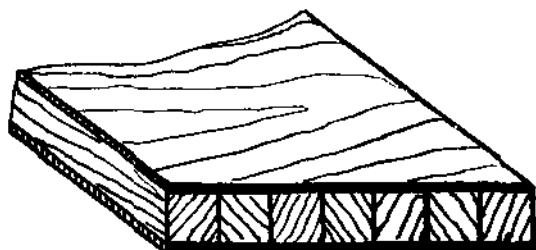


Рис. 133. Толстая столярная плита, серединка из пиломатериала

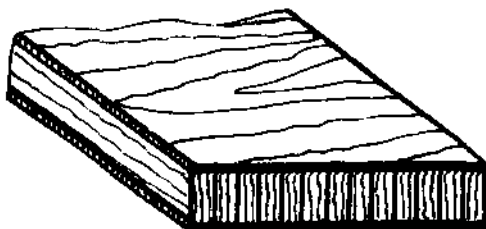


Рис. 134. Толстая столярная плита с серединкой, составленной из распиленного фанерного блока

а в связи с ними и изгиба, не понижает прочности конструкции. Уже отмечалось также, что прочность на сдвиг сравнительно невелика в направлении волокон. И тут практика показала, что сопротивляемость срезу хорошего клеевого шва обычно выше, чем прочность на срез мягкой древесины, применяемой для таких столярных щитов в качестве серединки.

Далее разъяснялось, что набухание и усушка дерева, вызывающие нежелательные внутренние напряжения, выравнивание

которых является целью переклейки, наиболее сильно проявляются в поперечном к волокнам направлении. Но само собою понятно, что размеры усушки и растяжения и вообще внешние влияния зависят от структуры древесины и от того, изготовлен ли материал из заболони или ядра, т. е. от характера его волокон. Если например ствол дерева рассмотреть в радиальном разрезе, то увидим более широкие к центру и суженные к окружности годовичные кольца. Выпиливая из кряжа доски, получаем различную структуру заболони и ядра. Точно так же ясно, что степень усушки и набухания доски возрастает с ее шириною и вместе с тем возрастают конечно общие размеры напряжений и связанной с ними опасности растрескивания и коробления. Идеально равномерно растущих деревьев в природе не существует. Чем длиннее доска, тем больше различий обнаружат отдельные поперечные сечения. Длина досок, применяемых для серединки, зависит от длины изготавливаемых столярных щитов. Европейские потребители предъявляют довольно высокие требования в отношении длины щитов. Для толстых щитов почти стандартизирована длина в 4,5 м. Некоторые фабрики производят даже столярные щиты длиной в 5 м. Трудности сращивания в торце известны; поэтому предпочитают выработывать серединки по длине из одного куска, хотя нужно отметить, что за последнее время для рационального использования материала выработаны методы, устраняющие это затруднение и дающие возможность соединять серединки по длине, не прибегая к склейке в торце.

Если серединку из пиленого дерева изготавливать, как показано на рис. 133, то без дальнейших объяснений понятно, что в сравнении с массивной доской существенно понизились возможные вследствие набухания и усадки внутренние напряжения, хотя бы уже потому, что при большой длине отдельных реек ширина их уменьшилась до 13—20 мм, никогда не свыше 25 мм, и таким образом обойдены большие различия в структуре.

При другой конструкции щита пошли еще дальше, применяя для серединки не пиленое дерево, а клееную фанеру (как ножевую, так и лущеную). Преимущество лущеной фанеры, идущей на серединки досок, заключается в том, что почти по всему поперечному сечению получаются только вертикальные кольца, и таким образом практически отпадает опасность неравномерной усадки в толщине всего щита. В щите по рис. 133 в случаях например, когда в нем включены вертикальные годовичные кольца, это не всегда достижимо. При правильной конструкции можно однако и в отношении щитов по рис. 133 пренебречь изменением толщины вследствие набухания и усадки, особенно если они высушены по всем правилам техники. Опасность неравномерной усушки существует только в том случае, если через более или менее значительные промежутки чередуются вертикальные и горизонтальные кольца. В этом случае, если сушка была недостаточно рациональной и кромки щита не защищены путем оклейки, щит по краям может покоробиться вследствие

набухания или усадки реек, содержащих горизонтальные годичные кольца, между тем как деформация реек с вертикальными кольцами будет ничтожной.

Как было упомянуто, для серединок применяют и мягкие породы, преимущественно сосну и в довольно большом количестве некоторые разновидности ели. На щиты, изготовленные по типу рис. 134, идет ножевая сосновая фанера толщиной приблизительно до 10 мм, ножевая фанера из габуна толщиной 5—7 мм и флуценая фанера из габуна аналогичной толщины. Склеивание отдельных слоев серединок производится по тому же способу, по которому склеивались бы простые деревянные планки с параллельными волокнами. Для предупреждения излишнего повышения стоимости делались такие попытки изготовлять серединок этих столярных щитов посредством связывания реек в шпунт и гребень. Как показано на рис. 135, отдельные доски, в зависимости от чистоты обработки, в обстроганном виде или необстроганные склеивают в виде прямоугольного бруса и затем по обозначенным пунктиром линиям распиливают в вертикальном к швам направлении на отдельные отрезы. При этом пользуются особыми, описанными ниже механическими приспособлениями.

Для производства серединок столярного щита по рис. 134 вместо досок блок склеивают из шпона и разрезают его по способу, показанному на рис. 135.

Клееная фанера, выполняемая как столярный щит, имеет толщину от 10 до 40 мм (от $\frac{25}{64}$ " до $\frac{25}{16}$ "). Толщина каждой рубашки даже в тонких щитах редко берется меньше $2\frac{1}{2}$ мм ($\frac{5}{32}$ "), в щитах толщиной около 20 мм ($\frac{25}{32}$ ") — по 3 мм ($\frac{1}{8}$ "), а в самых толстых щитах — по 4 мм ($\frac{5}{32}$ ").

Несмотря на ничтожную толщину рубашек они все же вполне выравнивают все внутренние напряжения.

Размеры тонких щитов обычно выполняются в $1,60 \times 3$ м (63×120 "). Некоторыми заводами установлены стандартные размеры, соответствующие имеющимся в их распоряжении прессам, но часто заводы-потребители предъявляют спрос на товар, распиленный по определенной мере. Размер толстых щитов стандартных размеров в редких случаях меньше $1,60 \times 2,80$ м (63×110 "). Наиболее крупный размер, изготавливаемый в настоящее время, это $1,85 \times 5$ м (132×197 "). В случае надобности такие щиты поставляются также и других размеров.

В общем серединок к толстым щитам независимо от того, изготовлены ли они из реек или шпона, конструируются таким образом, что направление волокон серединок идет по наибольшему из двух измерений площади щита, например в переклейке $1,60 \times 4,50$ м (63×165 ") серединка имеет длину в 4,50 м (165 "),

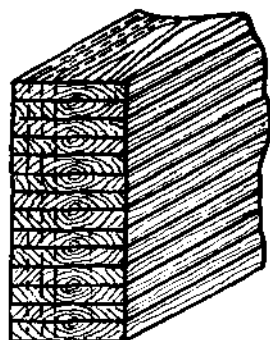


Рис. 135. Склеенный в блок пиломатериал. Пунктиром намечены линии разреза

в то время как длина рубашек равна 1,60 м (63"), т. е. волокна рубашек расположены поперек длины щита.

В мебельном производстве, в отделке помещений и т. п. эти толстые щиты в дальнейшем юблицовываются еще шпоном из ценных пород и выравнивающим его с другой стороны шпоном из обыкновенной древесины, так что в готовом виде на лицевой стороне щита волокна расположены в продольном направлении. Отдельные заводы при производстве щитов сразу обклеивают их ценной породой, что вполне выполнимо с помощью тех же тяжелых прессов, которыми пользуются для изготовления самой переклейки. В некоторых исключительных случаях волокна серединки расположены поперек щита. В этих случаях необходимо, чтобы внутренние шпоны более крупных щитов состояли из строганой фанеры, ввиду того что лущеная фанера такой длины не изготавливается. Для щитов нормальной величины с продольным направлением волокон серединками очень часто служит лущеная клееная фанера. Однако некоторые крупные заводы в этих случаях предпочитают вместо лущеной фанеры ножевую, составляя ее из нескольких листов. Частью столярные щиты поставляются в нешлифованном виде, но нередко они дополнительно обрабатываются шкуркой или циклей.

Европейский фанерный лес не таких крупных диаметров, как американский, и поэтому лишь в исключительных случаях возможно снабжать переклейку декоративной фанерой из цельного куска. Но и заводы, разрабатывающие толстые края африканских пород (габун, абахи и т. п.), дающие даже при длине 1,60 или 2,80 м фанеру большой ширины, могут только для незначительной части передних рубашек получать фанеру из цельного куска. Необходимость полного и рационального использования лесоматериала послужила в Европе стимулом к выработке новых методов составления и ребросклеивания шпона. Но при этом руководствовались также и тем соображением, что склеенный на ребро фанерный шпон в отношении сопротивляемости и долговечности клесной фанеры, в состав которой он входит, часто выше, чем лист из цельного куска.

Выше было указано на стремление лущеной фанеры вернуться в первоначальное цилиндрическое положение. Чем толще фанера, тем сильнее это стремление и тем сильнее напряжения, влекущие за собою изменение форм. Ясно также, что стремление вернуться в прежнее положение тем сильнее, чем шире фанера. При этой предпосылке легко согласиться со следующими рассуждениями.

Если изготовить тонкую клееную фанеру из трех листов шпона, то расположение их между собой будет таким, как изображенное на рис. 136 или 137. Если склеить укладываемые подобным образом листы шпона, то возможно, что напряжения в обоих внешних слоях выравняются, но не будут доставать уравновешивающего слоя для серединки. Поэтому неудивительно, если такая переклейка не выходит прямолинейной. Выравнивание достигнимо только либо путем применения в качестве серединки пиле-

ного или ножевого шпона (но последние редко имеют достаточную ширину и должны состояться из нескольких листов) или же путем, показанным на рис. 140: сперва серединка составляется из двух листов с параллельным направлением волокон, выравнивающим напряжения на изгиб. Недостаток этой конструкции заключается в том, что при ней получается лишний слой клея и вследствие этого повышение стоимости продукта. Более благоприятные условия, чем на рис. 136 и 137, дает конструкция на рис. 138, в которой серединка составлена из узких полос лущеного шпона. Хотя каждая из таких полос в отдельности и стремится принять выпуклое положение, но размер напряжения, вызывающего это стремление, в соответствии с небольшой шириной



Рис. 136

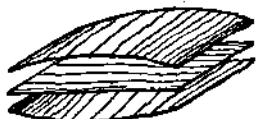


Рис. 137

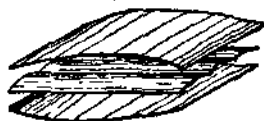


Рис. 138

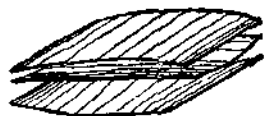


Рис. 139

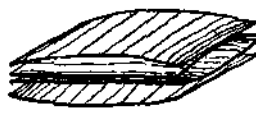


Рис. 140



Рис. 141

Различное расположение листов шпона

полос меньше, а общая сумма напряжений, могущих вызвать коробление переклейки, соответственно ниже, чем при расположении шпона по рис. 136 и 137. Совершенно ясно, что *полное* выравнивание напряжений внешних слоев получится только в том случае, если они будут в точности одинаковой толщины, по возможности равномерной структуры и прежде всего если обе рубашки сняты с края одинакового диаметра, хотя даже и в этом случае могут оказаться различия в структуре древесины, взятой с различных краев. Такие условия практически конечно трудно выполнимы, ибо хотя при складывании шпона для производства переклейки и проводится известная сортировка, но нельзя требовать, чтобы при изготовлении тонкой клееной фанеры уделяли внимание и этому вопросу. Чем меньше напряжения на изгиб в лущеном шпоне, тем в большей степени обеспечивается долговечность и прямизна готового продукта. Но мы можем также составить из нескольких полос шпона и серединку, и рубашки, что в результате также уменьшит напряжения в клееной фанере.

Поэтому легко понять, что клееная фанера, сконструированная по указанной в рис. 141 схеме, в отношении прямой формы и долговечности, как и общей прочности, никогда не уступит переклейке, в которой обе рубашки или только передняя сде-

ланы из цельного куска. Только в тех случаях, когда из-за внешнего вида правой рубашки наличие швов нежелательно, лицевую рубашку изготовляют из цельного шпона, но в этом случае она может иногда иметь более высокую стоимость. Левая рубашка как правило составляется из нескольких частей.

Европейские новые методы фугования и склеивания шпона дают настолько превосходные результаты, что можно без всяких опасений пользоваться рубашками, составленными из нескольких частей. Эти рубашки играют роль внутренних шпонуев, когда товар впоследствии обклеивается тонкой фанерой из ценных пород. В Германии в этих случаях избегают склеивания швов посредством бумажных полос, предпочитая способ склеивания швов впритык, не требующий применения бумажных полос.

До сих пор рассматривались лишь конструктивные различия. В коммерческом мире проводятся еще и другие различия, касающиеся, поскольку речь идет об американской фанерной промышленности, рисунка и вида передних и задних рубашек из ценных пород. В европейской промышленности клееная фанера различается еще по породам, из которых изготовляются шпоны, по роду срединнок, но прежде всего по внешнему виду и качеству рубашек и по тому, состоят ли они из цельной фанеры или составлены из нескольких листов.

Составные части клееной фанеры

Из составных частей клееной фанеры до сих пор рассматривался шпон и его производство, а также выработка облицовочной фанеры из ценных пород. Поскольку последняя в Америке непосредственно наклеивается на переклейку, методы ее обработки почти не отличаются от описываемых в предыдущей главе методов обработки клееной фанеры из ценных пород.

Следует еще рассмотреть методы обработки шпона для рубашек и для срединнок, обработку срединнок из пиломатериалов и прежде всего клей, служащий для соединения отдельных слоев клееной фанеры, а также отдельных полос срединнок и рубашек.

ОБРАБОТКА ШПОНА ДЛЯ КЛЕЕНОЙ ФАНЕРЫ

В одной из предыдущих глав были описаны различные способы сушки шпона из ценных пород и шпона простого, применяемого при изготовлении обыкновенной клееной фанеры.

Обработка шпона для рубашек и серединок на фанерных заводах США

Фугование и ребросклейка обыкновенного лущеного шпона на американских фанерных заводах производится теми же способами и методами, как и шпона из ценных пород. Для клееной фанеры шпоны прирезают на определенные стандартные размеры и в этом виде поставляют на фанерные заводы. В Америке внутренний шпон, расположенный непосредственно под лицевой рубашкой, вырезают из одного куска, между тем как шпон, расположенный под левыми рубашками, склеивают бумажными полосами из двух или больше кусков. Это делается в целях предупреждения недостатков, могущих обнаружиться вследствие неодинаковой толщины склеенных полос шпона, или же недостаточно тщательного шва, что безусловно сказалось бы при окончательной отделке лицевой стороны готового фабриката; при этом вероятно руководствуются вполне обоснованным опасением, что для более толстых шпонов скрепление посредством бумажных полос представляет недостаточно надежное соединение.

Серединки не толще 2,1 мм ($1/12''$) обрабатываются описанным выше способом, в то время как шпон для среднего слоя толщиной в 3,2 мм ($1/8''$) и выше после предварительной обрезки на круглой пиле фугуется на фанерофуговальном станке и скрепляется на ребросклеивающих станках обычным порядком. При этом на швы клей наносится по изображенному на рис. 121 способу.

Обработка шпона для рубашек и серединок на европейских фанерных заводах.

В Европе способы обработки шпона не так унифицированы, как в Америке. Так например во Франции и Швеции на многих заводах применяют американские методы, во Франции уже ст-

мечается влияние методов, выработанных в течение последних лет в Германии и применяемых в Австрии, Финляндии и Прибалтийских странах. В СССР также вводятся немецкие методы, между тем как в Польше возможностей их применения мало. Оказывается, что способы обработки фанеры приближаются к немецким именно в тех странах, в которых склеивание производится в горячих прессах, в то время как в Швеции, где склейка производится по холодному способу, почти повсюду пользуются американскими методами.

Обработка сырого шпона. Часть продукции фанерных заводов СССР, почти вся польская продукция и немаловажная доля переклейки, поставляемой Латвией, производятся из сырого шпона. Стоимость такой переклейки сравнительно ниже, и она применяется почти только для производства тары и в виде исключения в мебельном производстве (именно там, где не придают значения отделке поверхностей). Это — самый старый способ производства клееной фанеры в Европе. Сырой шпон эластичен, гибок и не ломается даже при больших толщинах; поэтому, он легко поддается обработке. Обычно такой шпон непосредственно по выходе из лущилки разрезают простыми или автоматическими ножницами на требуемую ширину, теми же ножницами вырезаются также и дефектные места.

Но уже прошли те времена, когда применялись только цельные листы шпона. Везде сказывается недостаток в лесоматериале, и сейчас и в этих странах приходится учитывать необходимость максимального использования сырья, и только незначительная доля продукции оклеивается с обеих сторон шпоном из цельного куска. Серединки всегда состоят из нескольких кусков. Сырой шпон естественно представляет значительные трудности при фуговании и соединении швов. Поэтому при производстве этого сорта переклейки, к качеству, которой не предъявляется особых требований, ограничиваются тем, что предназначенные для серединок и левой стороны (а при низкосортной переклейке и для лицевой стороны) полосы шпона просто ровно обрезают ножницами и при склейке по возможности плотно и аккуратно сдвигают швы. Это конечно не всегда удается, и потому нередко в этих дешевых сортах фанеры случается, что отдельные фанерные листы, вследствие сдвига в процессе работы заходят один на другой или расходятся. Как уже было сказано выше, в СССР от методов сырой клейки стали отказываться, и на новых заводах везде вводится сухая клейка.

Склеивание фанеры из сырого шпона производится в описываемых ниже горячих фанерных прессах. Но температуры клеильных прессов недостаточно для требуемого понижения влагосодержания. Требуется еще рассматриваемая ниже особая сушка готового изделия.

Предварительная сушка шпона для производства клееной фанеры. В Германии, во Франции и на крупных заводах СССР, Латвии, Австрии, Финляндии, Англии, и т. д. перешли к сушке шпона непосредственно после лущения. Для

этого пользуются приспособлениями, подробно описанными ниже. Некоторые предприятия, несмотря на предварительную сушку шпона, до сих пор ограничиваются тем, что обрезанный на обыкновенных фанерных ножницах шпон без фугования и ребросклейки просто укладывают рядом. Эти предприятия исходя из того принципа, что прочность в поперечном к волокнам направлении сама по себе так ничтожна, что один параллельный к волокнам несклонный шов не понижает общей прочности переклейки и что прочность, придаваемая бумажной полосой, не уравнивает изъяна, порождаемого оставлением между серединок и рубашкой бумажной полосы. Однако сейчас пришли к убеждению, что надежную и точную работу может дать лишь тщательное фугование кромок и склеивание их без помощи бумажных полос на фугоклеильных станках. Клей большей частью наносят на серединку, причем для этого обычно применяют клей с довольно большим содержанием воды. Из этого следует, что при тонких серединках необходимо учитывать довольно значительное их набухание поперек волокон. При сборке серединок и рубашек из нефугованного и несклеенного шпона очень трудно правильно пригнать отдельные полосы друг к другу. Если полосы взаимно расположены слишком близко, то край одной полосы легко перекрывает соседнюю полосу или же шов сплющивается; если же между полосами остается зазор, то получаются открытые швы.

Перед сушкой производят предварительную сортировку шпона: на лицевой — для рубашек и на шпон — для серединок. В многослойной переклейке шпон для внутренних слоев и серединки — обычно одного и того же сорта, рубашки же большей частью выбираются из более высококачественного материала.

Так как во время сушки всегда образуется некоторый брак и кроме того делаются еще известные различия по встречающемуся изменению окраски, расшатанным сучкам и т. п., то обычно производится еще дополнительная сортировка. Если встречаются нездоровые сучки, но в остальном шпон пригоден для серединок и внутренних слоев, сучки высверливают на специальном, точно работающем сверлильном станке и в отверстие вклеивают соответствующий круглый кусок шпона равной толщины.

На большинстве заводов шпон, предназначенный для серединок и внутренних слоев, после тщательной сушки сразу целыми пачками фугуется на изображенном на рис. 116 станке. Если прифуговка производится при помощи фрезы, то при работе закрепленная пачка остается неподвижной, между тем как фреза подвигается вдоль кромок.

Эти фанерофуговальные станки имеются различных типов. Часть их работает только посредством шарошки; другие же, также снабженные только шарошкой, сконструированы таким образом, что режущий инструмент установлен неподвижно, а фанерная пачка продвигается мимо него. Наконец есть еще и станки, работающие двумя шарошками, причем одна из них служит для снятия более крупных неровностей а вторая (для окончательной очистки) снимает еще один ряд стружек.

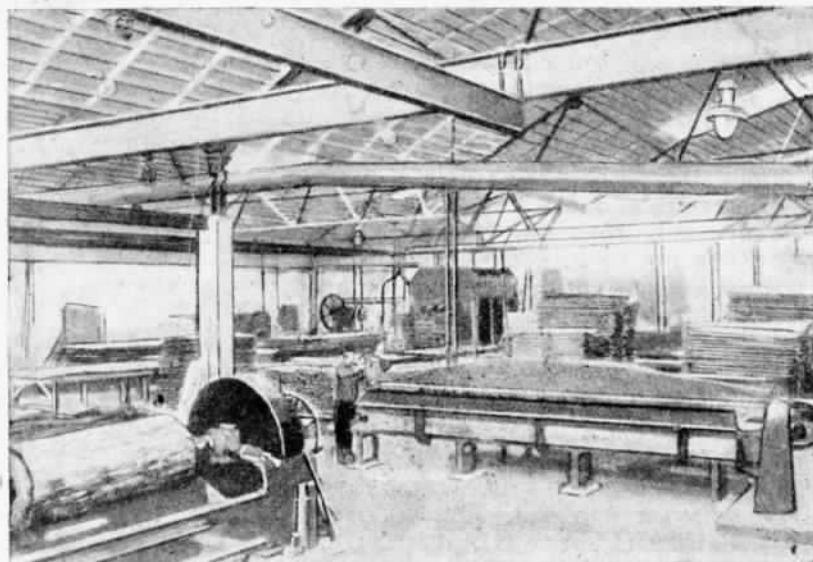


Рис. 142. Вид европейского фанерного завода

Легко понять, что при склеивании впритык на точное склеивание этих швов необходимо обращать гораздо больше внимания, чем при соединении одними лишь бумажными полосами. Здесь важно не только наличие ровных кромок, но и то, чтобы кромка шла строго перпендикулярно по отношению к поверхности шпона, так как это является необходимым условием для правильного шва. Обыкновенный рез ножницами достаточен лишь в случае, если применяются очень крупные тяжелые ножницы или гильотина, причем под пачку подкладывается деревянная планка, срезаемая вместе со шпоном. Такая мера предосторожности применяется в Германии при фуговании шпона на новых фуговальных станках. Ясно, что между сдерживающими пачку шпона стальными щеками пресса и режущей кромкой ножниц оставляется малозначительное свободное пространство. При этом, как видно по несколько преувеличенному рис. 143а, выступающие из стальных щек пресса кромки шпона имеют тенденцию расходиться в виде веера. Во избежание этого поверх пачки и под нее кладется деревянная доска толщиной около 12 мм ($1/2$ "), которая обрезается вместе со шпоном (рис. 143б). Так как резкие неровности еще раньше удалены ножницами, то потери на эти две дощечки незначительны, и во всяком случае расходы на них окупаются получением строго вертикально обрезанных кромок. Рис. 143б изображает в преувеличенном виде трудность склеивания впритык при неправильном срезе кромок. При склеивании швов, как мы увидим немного дальше, наносится лишь совершенно тонкий слой клея, и поэтому без точного фугования плотный шов невозможен. Если в некото-

рых странах склеивание впритык не дает положительных результатов, то причину этого большей частью следует искать в недостаточном тщательном фуговании.

Известные затруднения представляет также нанесение клея на узкие фугованные кромки таким образом, чтобы не загрязнить прилегающую к кромке поверхность шпона. Вопрос этот удачно разрешен тем, что непосредственно после фугования, пока пачка шпона еще закреплена в фуговальном станке, смазывают клеем кромки всей пачки. Давление, под которым находятся плоскости шпона, не дает клею проникнуть между листами. Для склеивания применяют не слишком жидкий, хороший, быстро засыхающий животный клей, снова размягчающийся при нагреве. После легкого просыхания клея пачки немедленно разбираются.



Рис. 143а

Пачки шпона, зажатые для фуговки, без прокладок и с прокладками



Рис. 143б



Рис. 143в

Неправильно сфугованные кромки

Клеильные пресса снабжены приспособлениями для нагрева, с помощью которых немного просохший слой клея снова становится жидким. Применением соответствующих химических средств, например, формальдегида и параформальдегида, которыми просохший клей смачивают до его вторичного нагрева, достигается очень быстрое схватывание и высыхание тонкого слоя клея между пазами.

Фугованный шпон после этого склеивают впритык параллельно волокнам. Для склеивания шпона минимальной толщины в 0,3 мм ($\frac{1}{80}$ ") до $2\frac{1}{2}$ —3 мм ($\frac{3}{32}$ — $\frac{1}{64}$ ") применяют те же станки, которыми обрабатывают шпоны из ценных пород. На них без всяких затруднений склеиваются впритык все сорта шпона. Только на сильно суковатую и слишком волнистую березу приходится тратить больше усилий. Легче и проще склеивать внутренние шпоны и серединки из обыкновенной древесины, чем шпон из ценных пород.

Рис. 144 изображает станок крупного типа в действии, служащий главным образом для склейки толстых шпонов. Для склейки впритык шпона в $2\frac{1}{2}$ мм ($\frac{3}{32}$ ") и выше пользуются станком другой конструкции.

Как упомянуто было выше, на толстый товар крупных размеров всегда наклеивают рубашки толщиной до 4 мм ($\frac{3}{32}$ "). Но этот тип станка пригоден и для серединки более толстого шпона.

Принцип работы таких станков изображен на рис. 145. За двумя подающими роликами установлены две нагревательных

плиты. Нижняя лежит на деревянном столе, над вторым установлены деревянные рамы с пружинным нажимом. Кромки отдельных фугуемых листов предварительно смазывают клеем и увлажняют пропитанной соответствующим раствором формальдегида или параформальдегида губкой, помещенной в корытце (рис. 145). Затем через стол их передают к валикам, которые

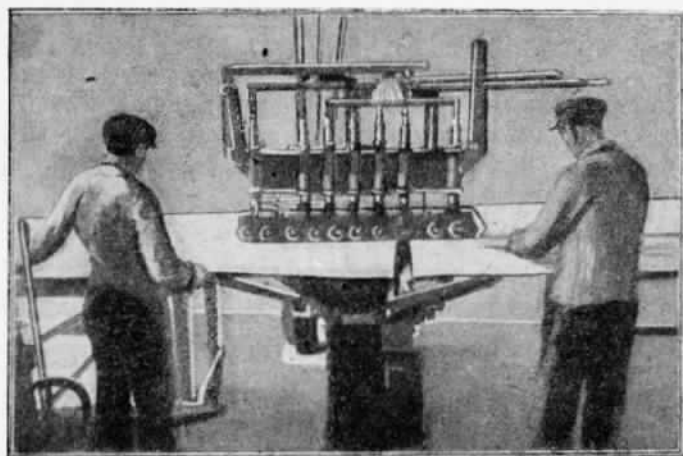


Рис. 144. Фугосклеивающий станок для шпона толщиной от 0,3 до 2,5 мм ($\frac{1}{80}-\frac{3}{16}$ ')

продвигают их вперед и прижимают к кромкам загруженного раньше шпона, придерживаемого рамой. Проходя между нагретыми плитами, клей засыхает. Получается бесконечная лента склеенных параллельно волокну листов шпона, которые разрезают на куски нужной ширины ножницами, установленными у конца стола. Рис. 146 показывает подобный станок в работе. Но

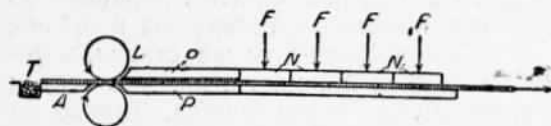


Рис. 145. Схема фугосклеивающего станка для толстых рубашек и серединок

А — стол, Т — корыто для формальдегида с резиновой губкой, L — направляющие ролики, P — нагревательные плиты, N — прижимные приспособления, F — пружины

тут смазанные клеем кромки не увлажняют по описанному способу, а смачиваются формальдегидом вручную специальной войлочной кистью, видной на рисунке за обслуживающим рабочим. Последний только что подложил новый лист под передний пода-

ющий валик. За валиком видны прижимающие рамы; под верхней находится нагревательная плита, за нею появляется склеенная лента. Работница у конца стола посредством педали приводит в действие ножницы. Мы видим таким образом, что для хорошего клеевого шва требуется только краткосрочный нагрев.

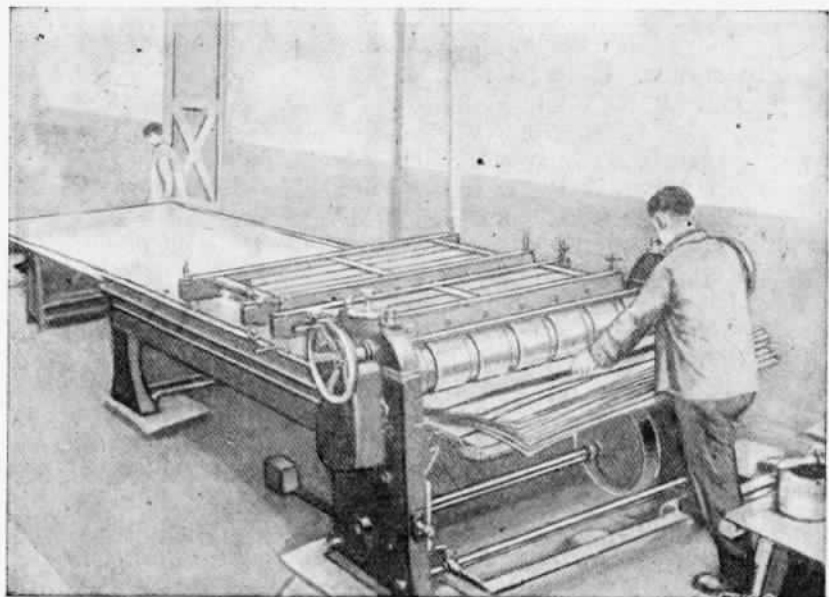


Рис. 146. Фугосклеивающий станок для толстого шпона

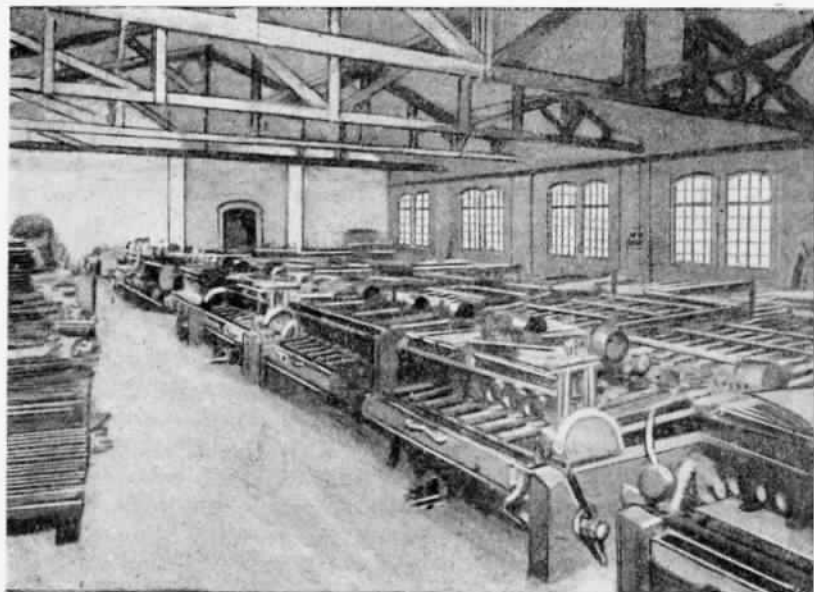


Рис. 147. Батарея из 12 фугосклеивающих станков

На рис. 147 изображен цех завода с высококачественной продукцией. В этом цехе 12 станков, склеивающих фанеру, впритык.

При склеивании швов листам придаются соответствующие переклейке размеры. Посредством специальных транспортных приспособлений в виде подъемных столов, подъемных тележек, а за последнее время транспортных лент, товар подается дальше в прессовальный цех. Отметим, что полученные швы незаметны даже через самую тонкую рубашку из ценных фанер, при условии конечно, что склеивание производилось по всем правилам.

Если к поверхности склеенных декоративных фанер предъявляются особые требования, их после наклеивания на переклейку либо шлифуют, либо обрабатывают циклей. В настоящее время никому не приходит в голову требовать, чтобы рубашка столярных щитов крупных размеров, например в $1,60 \times 4,60$ м (63×181 "), была сделана из цельного куска, так как всякому специалисту великолепно известно, что такой цельный шпон получается лишь в исключительных случаях. С другой стороны, никто и не посчитает крупную толстую переклейку малоценной только потому, что декоративное лицо ее составлено из нескольких кусков. Фанерщик отлично знает, что такой товар представляет собой совершенно полноценную переклейку.

СЕРЕДИНКА ИЗ ПИЛОМАТЕРИАЛА И ЕЕ ОБРАБОТКА

Хотя применяемая в Америке конструкция столярных щитов существенно отличается от принятой в Европе, но серединки обоих видов имеют то общее, что те и другие выполняются из пиленых досок, обработка конх до изготовления из них материала для плит одна и та же.

В Америке более высокие сорта щитов имеют рубашки с красивыми рисунками. Чрезвычайно важно обработать столярный щит таким образом, чтобы он представлял собой гладкую, здоровую, без изъянов поверхность, дающую прочную опору для тонкого и ломкого шпона.

Экономически целесообразные сорта древесины

Сорт и качество лесоматериала зависят от требуемого качества изделия и от предпочтения, оказываемого покупателями и поставщиками той или иной породе. В Америке серединки выполняются преимущественно из каштана и тополя: они легко поддаются обработке и склеиванию, доступны по цене и меньше многих других пород склонны к короблению, усадке и набуханию. Если допускается стоимостью изделия, то для серединок широко применяется также эвкалипт. Но серединки изготавливаются также и из других пород (березы, клена, дуба и хвойных), в зависимости от цели применения, возможностей добывания этих пород и наконец их рыночной цены.

В Европе, а особенно в Германии, для изготовления толстой фанеры почти исключительно применяются такие мягкие породы, как сосна и ель, в отдельных странах также и тополь, поскольку речь идет о столярных щитах. Для некоторых конструкций щитов помимо названных пород употребляются еще некоторые разновидности эвкалипта.

Специалисты до сих пор расходятся во взглядах относительно того, какие породы наиболее целесообразны для изготовления серединок. Часть фанерщиков считает более экономически целесообразным применение высокосортных и более дорогих сортов, так как они требуют меньше обработки и дают меньше отпада, другие — что выгоднее пользоваться более дешевым средним сортом. Твердых правил на этот счет не существует, но каждый производитель всегда имеет возможность путем точной каль-

куляции установить расходы нетто по изготовлению срединок. На выбор породы могут конечно время от времени влиять значительные колебания цен на древесину. Во всяком случае симптоматично, что в Америке мало-помалу переходят на изготовление срединки более дешевой — из пиломатериала, для других целей непригодного. Развитие потребления клееной фанеры — важный фактор в сохранении быстро сокращающейся мировой лесной продукции.

В Германии взгляды относительно выбора сортов леса, пригодного для изготовления срединок, также существенно расходятся. Ту точку зрения, что из малоценных плоских досок можно изготавливать высококачественные столярные щиты, нужно считать устарелой. Для срединок требуется совершенно здоровый лес. Весь вопрос заключается в том, что выгоднее — покупать ли материал для срединок в прирезанном на определенную ширину виде или приобретать пиленный лес таким, каким он отпиливается от бревна, обрезая доски на собственном заводе. Разумеется, это — вопрос правильной калькуляции. Колебание рыночных цен на готовую клееную фанеру нередко объясняется исключительно ошибками калькуляции. Единственный путь изживания убытков — это точнейшая калькуляция себестоимости готовых срединок.

Искусственная сушка

Свежесрубленное дерево содержит от 40 до 60% относительной влажности, причем количество ее зависит от времени рубки, от природы древесины и условий роста. Содержание в древесине большого количества влаги способствует развитию болезней грибкового происхождения, короблению и растрескиванию при высыхании. При увлажнении древесина обладает способностью разбухать.

С понижением содержания влаги механическая крепость древесины увеличивается. Поэтому сушка древесины способствует не только предотвращению развития болезней грибкового происхождения, но увеличивает также ее технические свойства. Взятый для наблюдения образец показал, что высыхание древесины идет неравномерно как во времени, так и территориально. Удаление влаги сопровождается уменьшением веса, а также уменьшением линейных размеров образца, а следовательно уменьшением его объема. Это явление носит название усушки. Усушка древесины вдоль и поперек волокон различна.

Сушка древесины производится на открытом воздухе и искусственным способом. В целях предотвращения изделий от коробления и растрескивания необходимо древесину перед употреблением в производстве подвергать сушке. Повсюду давно уже пришли к убеждению, что при искусственной сушке достигаются такие же результаты, если не лучшие, как и при естественной сушке. Широкому распространению этого убеждения в Европе в значительной мере способствовали исследовательские труды

о научных основах искусственной сушки Лаборатории по исследованию лесных продуктов в Мэдисоне (США).

Краткая теория искусственной сушки дерева. Тесные рамки настоящего труда не позволяют нам полностью развить теорию сушки, поэтому она будет рассмотрена только в общих чертах. Если проблему сушки дерева выразить в простой, общедоступной формулировке, то нужно сказать, что она заключается в превращении содержащейся в древесине влаги в пар. После превращения влаги в пар дальнейшей задачей является его удаление посредством циркулирующего воздуха. Намеченный таким образом принцип остается неизменным, совершенно независимо от того, происходит ли сушка на открытом воздухе или же в камерах и каналах под действием искусственного нагрева или искусственной циркуляции воздуха. Если ясно усвоить этот принцип, то легко проследить его применение по описанным ниже способам.

Абсолютное влагосодержание воздуха в $г/м^3$ в зависимости от температуры приведено в табл. 56.

Таблица 56

Температура (в °C)	Влагосодержание в 1 м ³ насыщ. воздуха (в г)	Температура (в °C)	Влагосодержание в 1 м ³ насыщ. воздуха (в г)
10	9,2	60	130,1
20	17,3	70	198,0
30	30,2	80	293,3
40	50,9	90	423,5
60	83,0	100	598,4

На диаграмме на рис. 148 эти цифры даны в виде кривой. Из нее видно, что при повышении температуры выше 100° спо-

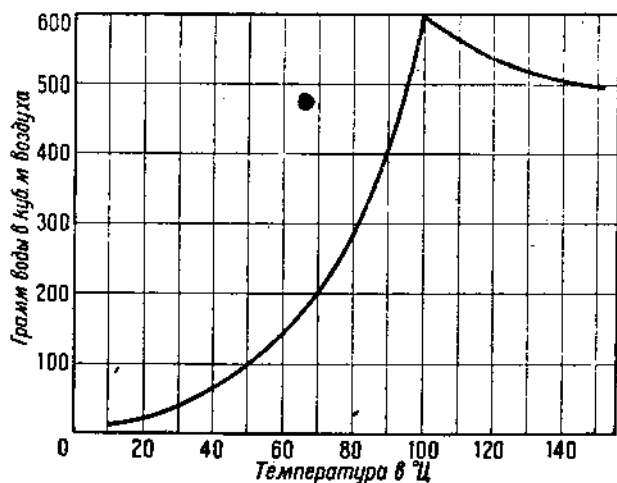


Рис. 148. Диаграмма зависимости влагосодержания воздуха от температуры

способность к поглощению влаги снова падает. Выражаясь кратко, воздух с температурой в 40° обладает способностью принимать приблизительно в $5\frac{1}{2}$ раз больше влаги, чем при 10° ; при 100° — в 20 раз большее количество влаги, чем при 30° и в $34\frac{1}{2}$ раза большее количество, чем воздух с температурой в 20° .

Нагрев воздуха весьма быстро повышает его способность к поглощению влаги. Интенсивность сушки при насыщении воздуха влагой падает. Для продолжения процесса сушки этот воздух должен заменяться свежим, не насыщенным влагой. Поэтому закрытые помещения, без смены воздуха, для рациональной сушки непригодны.

С увеличением температуры воздуха его способность к поглощению влаги возрастает. Так например, если принять количество влаги, заключающейся в 1 м^3 воздуха при полном его насыщении при 30° за 100, то при более высокой температуре, примерно 70° , количество это будет ниже 100.

Таким образом, совершенно ясно, что при расчете нельзя исходить только из влажности воздуха, а необходимо также учитывать и температуру и на основании обоих факторов выводить заключение. Измерение этих величин необходимо также для получения точной картины хода процесса сушки.

Для этого имеются измерительные приборы, позволяющие с достаточной точностью установить эти цифры. На рис. 149 изображен подобный прибор, называемый психрометром. На нем видны две шкалы. Стрелка верхней шкалы указывает температуру у места измерения, нижняя — ряд параллельных линий, соответствующих



Рис. 149. Электрический психрометр

градусам Цельсия. Косые линии соответствуют степени относительной влажности. На рисунке стрелка верхней шкалы показывает 32° . Если продолжить линию от данного направления стрелки до нижней шкалы, то точка пересечения с косой линией дает относительное влагосодержание немного свыше 40% .

Не следует конечно смешивать относительное влагосодержание воздуха с влагосодержанием дерева. На рис. 150 кривые температуры в 21, 61 и 100° Ц (70, 142, 212° Ф) показывают соотношение влагосодержания дерева к относительной влажности воздуха. Первые две кривые установлены, а средняя исчислена из первых двух¹. Указанные на рис. 150 цифры установлены путем опытов над девятью различными древесными породами, причем оказалось, что кривые действительны для всех пород.

Эта кривая дает объяснение тому, что вообще возможно сушить дерево воздухом, содержащим влагу, и кроме того дает

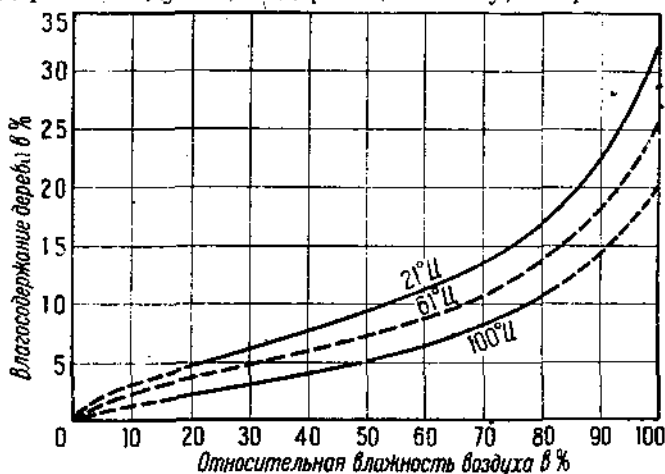


Рис. 150. Диаграмма зависимости между относительной влажностью воздуха и влагосодержанием древесины

ценные указания относительно режима в помещениях для штабелевки и обработки сушеного леса. Решающее значение имеет надлежащий надзор за процессом сушки. Слишком быстрая сушка поверхности может повлечь за собой закал, который чрезвычайно отрицательно отражается на процессе сушки и качестве высушиваемого материала. Необходимо соблюдать известный предел скорости отдачи влаги, причем испарение влаги на поверхности, со своей стороны, должно находиться в известной связи с выделением влаги изнутри.

Влажная и сухая искусственная сушка. Как это ни звучит парадоксально, фю сушка дерева производится именно по этим двум главным способам: по влажному и сухому. Поверхность дерева сохнет быстрее внутренних слоев. Это различие вызывает внутренние напряжения, могущие отрицательно отразиться на древесине. Необходимо, чтобы влага из середины досок имела возможность выйти через сухую поверхность. Если поверхность поддерживать в более влажном состоянии, то этим удаление влаги из середины облегчается.

¹ Эти данные, как и таблицы кривых, взяты из труда Келера и Телена, немецкий перевод Варлимонта. Там указывается, что кривая в 61° лежит немного ниже. Недостаёт более точных данных.

Приверженцы сухого метода не признают необходимости увлажнения. Они стоят на той точке зрения, что прибавление влаги повышает влагосодержание, требует большего расхода тепла на сушку и не улучшает качества.

Те, кто отдают предпочтение влажному методу сушки, смотрят на увлажнение как на необходимость. Она способствует растворению содержимого клеток, его подвижности, облегчая влаге выход из внутренних слоев к поверхности.

Главные три типа сушил показаны на рис. 151. Отличительные свойства их следующие:

1. Сушка с искусственной циркуляцией воздуха, независимо от того, вызывается ли она отсасывающим или сжатым воздухом. Насыщенный влагой воздух обычно выпускается наружу.

2. Конденсационные сушила. Обычное движение воздуха, вызванное изменением веса в зависимости от изменения влагосодержания, причем воздух проходит через приспособление, отводящее воздух либо конденсирующее его по одному разу в каждое его вращение.

3. Естественная циркуляция воздуха. Свежий воздух входит и отработанный выходит по принципу основных законов физики, благодаря чему достигается внутренняя циркуляция воздуха.

Для правильного понимания процесса сушки в сушилах указанных выше типов остановимся вкратце на проблеме отвода влаги, извлекаемой посредством сушки. При естественной сушке содержание влаги в древесине извлекается в первую очередь с поверхности; если же поверхность суше внутренних слоев, в материале получают внутренние напряжения, нередко влекущие за собой коробление, искривление и растрескивание дерева.

Задача заключается в том, чтобы путем естественной или искусственной сушки добиться одинаковой степени влажности внешних и внутренних слоев пиломатериала или фанеры.

Если бы сушка дерева не представляла этих затруднений, то при расходе соответствующего количества тепла процесс сушки с искусственной циркуляцией воздуха проходил бы быстрее, чем по конденсационному принципу.

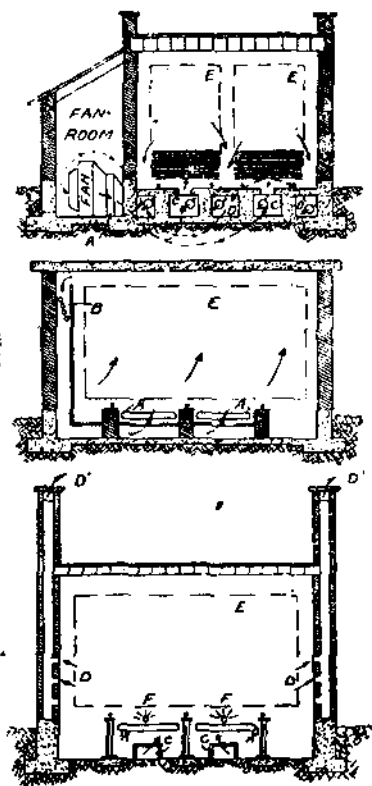


Рис. 151. Три типа сушил

Сверху — установка для сжатого воздуха, посредине — конденсационная установка, внизу — установка для естественной циркуляции воздуха

В Америке преимущественно применяется искусственная сушка с естественной циркуляцией воздуха. Если сушило правильно запроектировано и режим проводится соответственно заданному принципу сушки, то при этом способе безусловно должны получиться положительные результаты как в отношении скорости сушки, так и расходов.

Главные затруднения вытекают из свойств дерева, недостаточно еще исследованных. Во время процесса сушки волокна не следует подвергать внешним и внутренним нагрузкам, но получить лесоматериал, совершенно свободный от напряжений, практически невозможно. Главная задача при сушке заключается в сохранении дерева от повреждений, выражающихся в растрескивании, короблении и закале. Чаще всего при сушке растрескивается толстый лесоматериал, реже тонкий.

Сушка с искусственной циркуляцией воздуха. Из сказанного можно вывести заключение, что в случаях, когда дело идет о сушке материала небольшой толщины, например при сушке шпона, быстрая циркуляция воздуха в сушиле с механической вентиляцией скоро и без особой опасности для материала извлекает и отводит влагу; но при больших толщинах, в 12,7 мм ($1/2''$) и выше, легко может случиться, что быстрая циркуляция воздуха повлечет за собой неравномерную сушку и излишние внутренние напряжения, могущие повести к повреждению дерева.

Сушила конденсационные. В этих сушилах процесс сушки протекает медленно, что допускает точный контроль; однако низкая производительность не оправдывает расходов по оборудованию. Рекомендующие сушильные камеры конструировать по конденсационному принципу не уделяют достаточного внимания хозяйственной стороне. Практический опыт с такими сушильными камерами, работавшими для выполнения военных поставок, показал, что качество сушки было не выше, чем получаемое при конструкциях с самой усовершенствованной вентиляцией, между тем как при одинаковой производительности потребовалось двойное число камер и помимо того двойные расходы по оборудованию каждой камеры. Другими словами, потребовались вчетверо большие капиталовложения, однако это не дало сколько-нибудь заметного повышения качества и надежности сушки.

Сушила с естественной циркуляцией воздуха. Различают три вида этого типа сушильных камер. Ниже будут разобраны наиболее известные и распространенные типы без указания конструирующих их форм (рис. 152).

Обмен воздуха не должен производиться слишком часто; достаточно, если анемометром указывается три или четыре обмена воздуха в час. Извлечение влаги из клеток древесины не должно происходить слишком быстро. Слишком большая скорость воздуха имеет то же отрицательное последствие, что и механически вентилируемые сушила, т. е. слишком быстрая сушка.

В сушилах первой группы (с верхним выпуском воздуха) воз-

дух выходит либо непосредственно через потолок с небольшой насадкой на крыше или через отверстия в боковых стенках под самым потолком. Свежий воздух обычно впускается по возможности близко к полу, а движение воздуха идет снизу вверх. Ясно, что в отношении этого типа главная задача состоит в том, чтобы поднимающийся воздух отводил достаточно влаги к выпускным отверстиям.

Во втором типе (с боковыми выпусками) впуск воздуха устроен в полу. Этот тип в меньшей степени, чем описанный

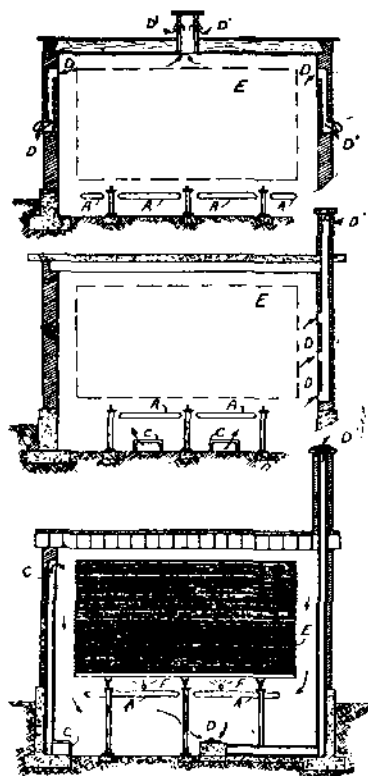


Рис. 152. Сушильная камера с естественной вентиляцией. Наверху сушило с верхним выпуском воздуха, в середине с боковым выпуском, внизу — с нижним

выше и третий тип, поддается теоретическому обоснованию. Недостатки его заключаются в образовании воздушных мешков и недостаточной циркуляции воздуха, вследствие чего процесс сушки слишком нерационален. Этот вид сушильных камер может служить для предварительной сушки пиленого леса, но не может быть рекомендован для использования в промышленности.

В третьем типе движение воздуха происходит сверху вниз. Свежий воздух проводится через потолок или сбоку близ потолка, в то время как влажный воздух скапливается в яме под штабелем. В воздухе, поглотившем значительное количество влаги, температура падает, вес воздуха повышается, и он оседает.

Существующие сушилки большей частью работают по принципу естественной вентиляции. Рис. 153 изображает четыре подобных камеры, из которых три в действии, а одна (№ 1) находится в резерве. На одной из дверей есть небольшие клапаны, через которые видны показания измерительных приборов, устанавливающих температуру и влагосодержание воздуха в сушилке. Кроме того на каждой двери имеется карточка с указанием рода загрузки камеры и с таблицей для ежечасного записывания температуры и степени влажности. Важность этой процедуры будет разъяснена ниже.

Стремление достигнуть по возможности непрерывной равномерной сушки материала заставило целый ряд крупных заводов вместо камерной системы конструировать сушилки непрерывного действия. На рис. 154 видна подобная сушилка с загружен-

ными вагонетками. В канале сушилки помещаются рядом два штабеля. На рисунке показаны подаваемые новые три вагонетки.

Эти сушилки обычно работают по принципу механической циркуляции воздуха. На рис. 155 дана схема такой установки. По-

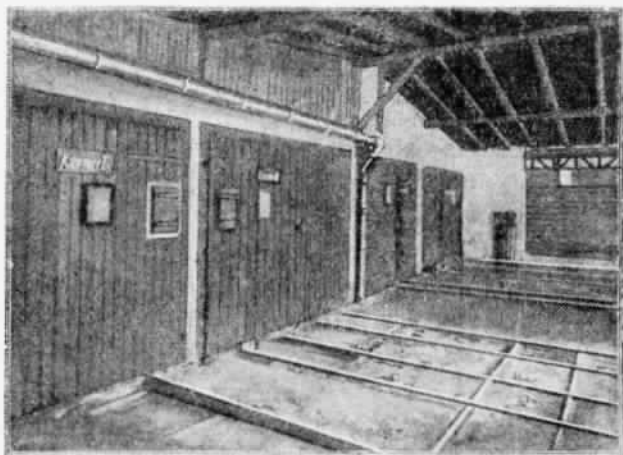


Рис. 153. Четыре сушильных камеры с естественной вентиляцией

средством вентилятора свежий воздух впускается через отопляемый паром воздухонагреватель, и нагреваемый воздух прогоняется через штабель. Оработанный воздух можно посредством клапанов полностью выпускать в атмосферу, либо,

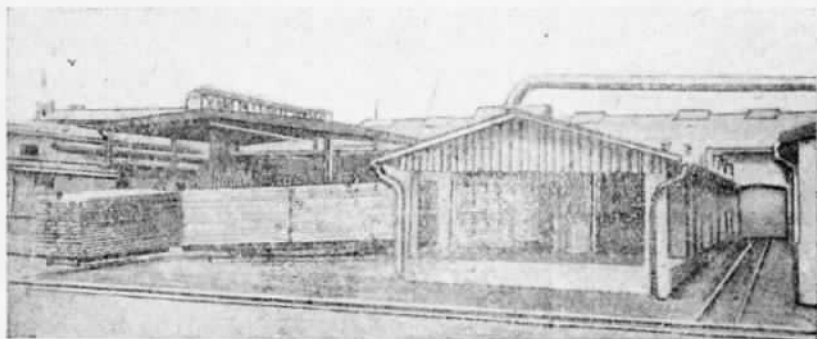


Рис. 154. Сушильный канал для пиломатериала, предназначенного для срединнок толстых столярных плит

если он еще недостаточно насыщен влагой, его можно подзодить обратно к вентилятору и после повторного подогрева пропускать через штабель.

Один из новейших типов каналов для сушки досок описан в гл. IX (рис. 103). Он допускает самый точный контроль и регулирование температуры и влагосодержания.

Следует отметить, что в Европе необходимым условием рациональной работы сушил служит возможно более полное использование тепла при максимуме производительности. Само собою разумеется, что в этих сушилках во время движения тележек точно контролируется режим сушки. Для регулирования влагосодержания, как и в камерных сушилках, в соответствующих местах имеются разбрызгивающие трубы.

Сушила с перегретым паром и вакуумом. Новейшие исследования, произведенные главным образом в Германии, показали, что применением перегретого водяного пара также возможно достигнуть очень хорошей экономичной работы сушил. Первоначально именно эти установки применяли для дуба (представляющего для сушки наибольшие трудности). Но до настоящего времени практически пригодными оказываются

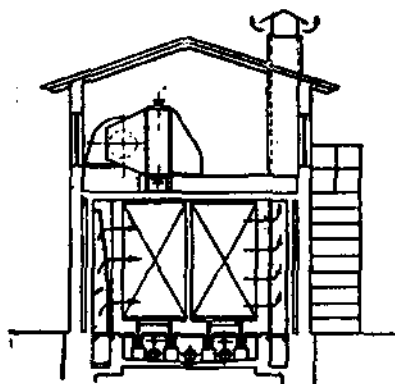


Рис. 155. Схема сушильного канала с реверсивной циркуляцией влажного и односторонней циркуляцией свежего воздуха

только сушила, в которых перегретый водяной пар применяется в котлах с разреженным воздухом. Дело в том, что в этих сушилках испарение влаги в древесине наступает только при соприкосновении ее с циркулирующим воздухом, т. е. на поверхности дерева. Только после понижения влажности на поверхности влага из сердцевины продвигается в наружные слои, а затем испаряется. Замечено было, что повышение температуры повышает влагоемкость в соответствующих пределах; с другой стороны, существует опасность что при применении нагретого воздуха поверхности слишком скоро просохнут, что вызовет закал верхних слоев.

Сушка вакуумом должна разрешить проблему равномерного испарения влаги во всей толще дерева. Кроме того она побуждает образующиеся во внутренних слоях пары пробиваться наружу и вместе с ними отводить неиспарившуюся влагу. Весь этот процесс происходит при сравнительно низких температурах, предупреждающих возможность образования закала во внешних слоях. Известно, что в помещении с вакуумом вода испаряется уже при температурах значительно ниже 100°. Если же в закрытом котле посредством вакуума давление воздуха доводится до $\frac{1}{10}$ давления наружной атмосферы, то вода испаряется уже при 45° Ц (113° Ф). Повышая температуру до 46° Ц (115° Ф), мы заставляем содержащуюся в дереве влагу испаряться равномерно по всему сечению материала. Образующийся в полых клетках древесины пар проталкивает неиспарившуюся влагу наружу, благодаря чему, во-первых, понижается влагосодержание внутри древесины, а, во-вторых, внешние слои предохраняются от слишком быстрой сушки.

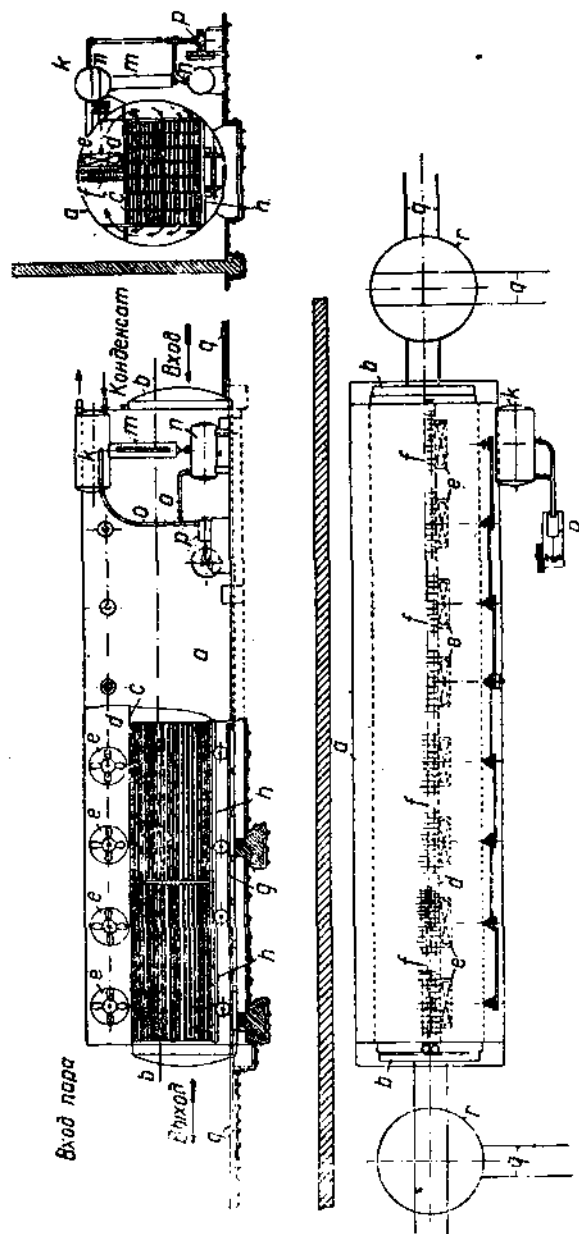


Рис. 156. Схема вакуумной сушильной установки системы „Доктор Мюллер“

a—сушильный котел	k—конденсатор	{ для извле- ченной влаги
b—крышка	m—резервуар	
c—промежуточная крышка	n—измерительный сосуд	
d—вертикальная стена	o—трубопровод к воздуш- ному насосу	{ для загружаемого и выгружаемого материала
e—вентиляторы	p—воздушный насос	
f—отопительные батареи	q—рельсовый путь	
g—рельсовый путь	r—вращающийся шкив	
h—транспортная тележка		

Так как процесс испарения действует на температуру понижающе, то необходимо подводить такое количество тепла, которое заменило бы тепло, расходуемое на испарение. Для этой цели температура в котле посредством змеевиков повышается примерно до 56° . Дерево непрерывно омывается перегретым водяным паром, чем предупреждается образование закала при требуемых низких температурах.

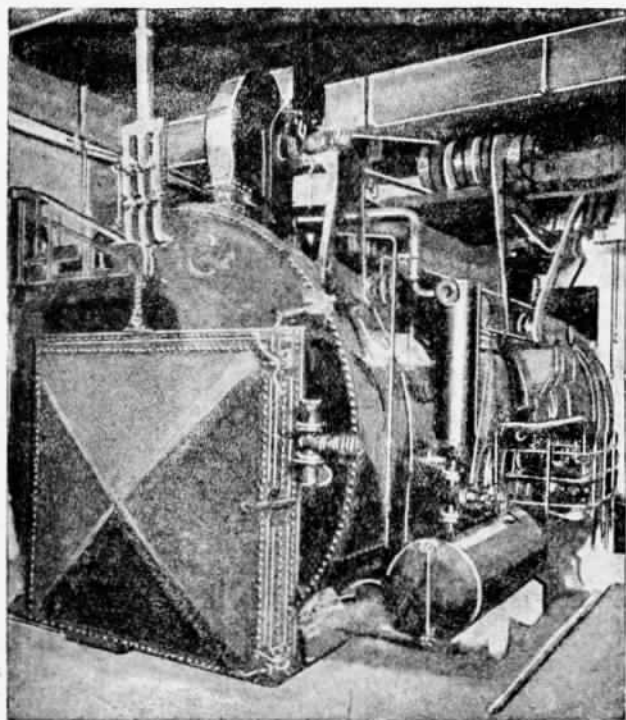


Рис. 157. Вакуумная сушильная установка, действующая посредством перегретого пара

Процесс проходит не так просто, как описано, но более подробное рассмотрение его выходило бы за рамки этого труда. Опыт показал, что на подобных установках сушка материала проходит очень экономично и быстро, не вызывая напряжений. На рис. 156 дана схема такого сушила, на рис. 157 — сушильный канал с вакуумом.

Сушка шпона для серединок толстых столярных плит. Ножевой или же лущеный шпон, служащий для конструирования серединок столярных щитов, сушат либо в описанных выше специальных сушильках для шпона, либо в сушильных каналах. Для толстого товара более пригодны каналы, описанные выше (рис. 103). Само собой разумеется, что для этой цели можно применять и вакуумные сушилки.

Штабелевка материала для сушки

Если загружаемый в сушильную камеру или в сушильный канал материал неправильно штабелеван, то это отражается на сушке: материал или просыхает неравномерно, или обнаруживаются другие дефекты.

Предпосылкой для всех систем сушки является не вполне насыщенный влагой циркулирующий воздух. Если такой воздух соприкасается с деревом, то он стремится поглощать испаряемую клетками и порами влагу. Выработан целый ряд теорий относительно размеров воздушного пространства вокруг штабелей и зазоров между досками. Ясно, что дерево сохнет главным образом по поверхностям, причем боковые поверхности и кромки высыхают медленнее торцов. Необходимо следить за тем, чтобы с торцов сушка не проходила слишком быстро, что вызывало бы трещины. Это необходимо учитывать уже при штабелевке леса.

Штабеля можно располагать различным образом: торцовой поверхностью либо вперед, либо в стороны. В общем считается, что при сушке в сушильных камерах более удовлетворительные результаты достигаются при укладке досок вдоль тележек, так как в этом случае торцы менее соприкасаются с циркулирующим воздухом.

С другой стороны, надо помнить, что при поперечной укладке досок полнее используется объем сушильной камеры и что при этом требуется меньше вагонеток и рельсового пути, чем при продольной укладке.

При сушке в сушильных каналах штабелевку производят таким образом, чтобы воздух протекал через штабеля поперек направления досок: если имеются каналы с продольной циркуляцией воздуха, то доски укладывают в поперечном положении, если же воздушный поток проходит поперек камеры, доски укладывают в продольном направлении. Этим достигается наиболее слабый проток воздуха у торцов.

Доски с определенными прозорами укладывают на тележках. Прозоры получаются посредством прокладок. Прокладки обычно шириной 38 мм (1½") при толщине около 25,4 мм (1"). Целесообразно употреблять прокладки одинаковой толщины, чтобы материал во время сушки оставался в прямом положении и по возможности предохранялся от коробления и скручивания. Прокладки должны быть расположены друг от друга не больше,

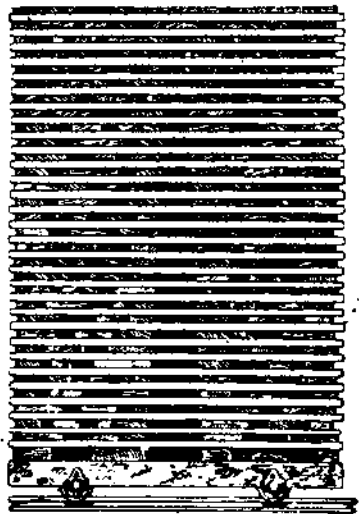


Рис. 153. Вид штабеля из досок, с вертикальной вентиляционной трубой

как на 760 мм (30"). Если лес немного покороблен уже при воздушной сушке, как это случается например с эвкалиптом, расстояние между прокладками уменьшают до 500—610 мм (18—24"). Прокладки располагаются по вертикали одна над другой.

Доски надо укладывать на тележке не слишком тесно, оставляя по крайней мере $\frac{1}{3}$ горизонтальной площади, открытой для потока воздуха. Иногда штабелевку производят таким образом, что в центре штабеля образуется шахта (рис. 158). При сушке в каналах с механической циркуляцией доски можно укладывать с меньшими прозорами. Предшествующая сушке пропарка или обрызгивание значительно способствуют выпрямлению искривленных или покоробившихся при предварительной просушке на воздухе досок. Принято накладывать на штабеля тяжести, для того чтобы и верхние слои остались плоскими. В общем доски накладывают на тележки в высоту максимум до 3 м (10'), так как при более высокой штабелевке сушка часто происходит неравномерно.

Контроль производства и образцы для испытания

Давно уже пришли к убеждению, что идеальных методов сушки, сушильных камер или сушилок не существует. Решающее значение для результатов сушки имеет не метод или камера, а способ обслуживания данной установки или машины. Для достижения удовлетворительных результатов необходимо точно соблюдать установленные определенные, основанные на теоретическом и практическом опыте режимы сушки материала отдельных пород различной толщины. Словом, необходимо точно выдерживать режимы.

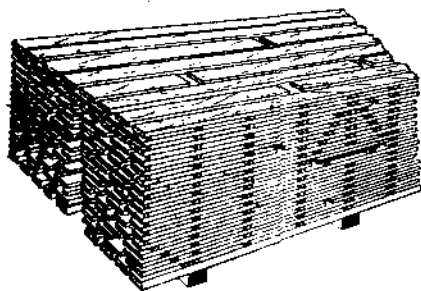


Рис. 159. Положение контрольных досок в штабеле

Отсюда ясно, что в рационально устроенном производстве во время процесса сушки все получаемые данные необходимо точно записывать. Небрежная и неточная запись безусловно приводит к медленной и неравномерной сушке и к серьезным повреждениям леса. При испытании влажности воздуха внутри камеры или канала следует остерегаться смешивания ее с влажностью содержания древесины.

Целесообразно оставлять в штабелях свободно выдвигаемые образцы (рис. 159). Из этих образцов берутся пробные полосы до введения штабелей в камеру и после окончания процесса сушки. Способ изъятия проб виден из рис. 160. Исследования производятся не только до начала и после окончания сушки, но часто и во время самого процесса. Оставшийся после взятия пробных полос кусок доски как можно быстрее отправляют в камеру, чтобы он продолжал сохнуть по возможности в тех же самых условиях, что и остальные доски штабеля.

Метод определения влагосодержания образца заключается в том, что пробную полосу взвешивают на чувствительных точных весах, высушивают до минимального (т.е. сухого) веса, затем

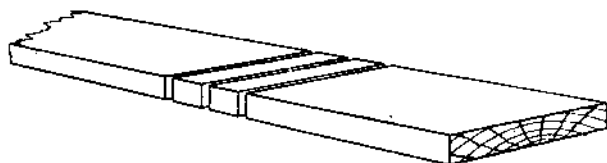


Рис. 160. Схема вырезания полос из контрольных досок. Полосы имеют в длину около 6,4 мм (1/4")

снова взвешивают и определяют ее влажность по следующему уравнению:

$$\text{Влагосодержание в \%} = \frac{\text{начальн. вес} - \text{минималн. вес}}{\text{минималн. вес}} \times 100.$$

Подобным же образом точным измерением до и после сушки устанавливается процент усадки.

Испытание язычков контрольной полосы для проверки отсутствия закала изображено на рис. 161. Из рис. 162 виден способ установления равномерности сушки внутри и снаружи. Внешние части контрольного куска взвешивают до и после высушивания и устанавливают их влагосодержание; то же самое проделывается со средней частью.

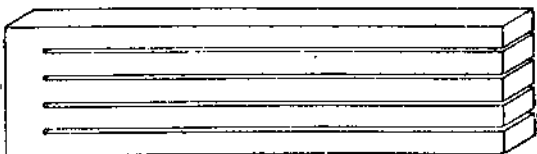


Рис. 161. Пробная полоса с вырезами. Если концы отдельных язычков сходятся, то это является признаком образования закала

После выгрузки леса из сушильной камеры или канала после окончания процесса сушки ему надо дать совершенно остыть и приспособиться к условиям среды. Для сохранения леса в состоянии, достигнутом в сушилке, целесообразно держать его до дальнейшего применения в сухом и теплом складочном помещении.

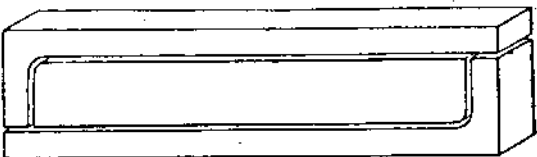


Рис. 162. Проба для определения градиента влажности

Пригонка

На современных предприятиях выходящим из сушила штабелям дают приспособляться к температуре окружающей среды, и затем они поступают на подъемную платформу. Верх шта-

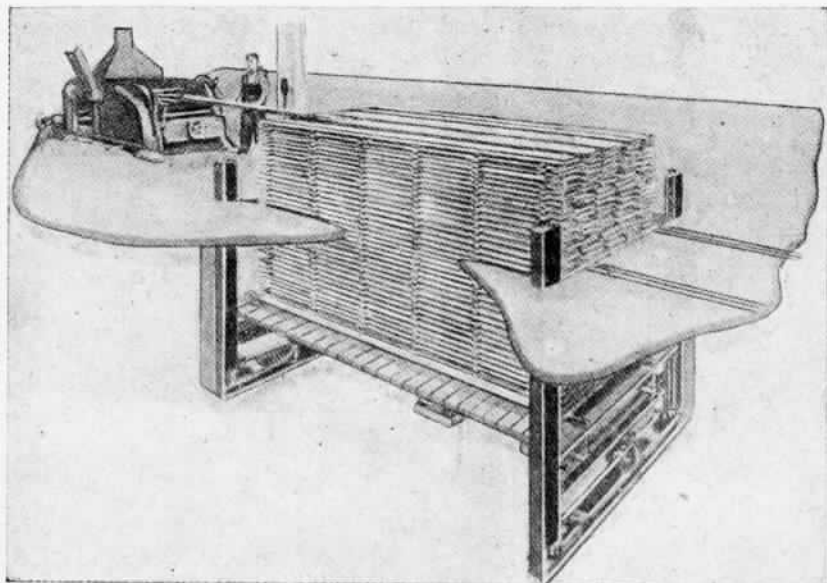


Рис. 163. Электрическая подъемная площадка

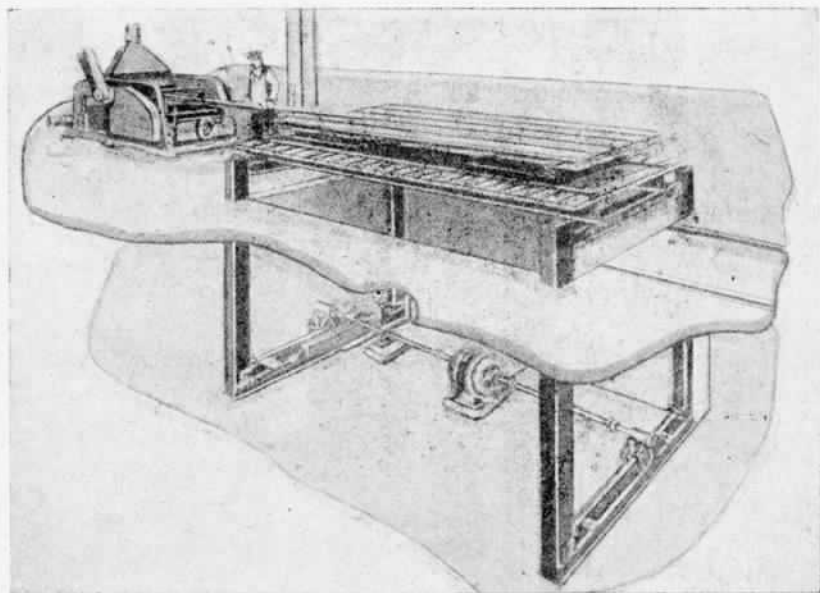


Рис. 164. Та же площадка в крайнем верхнем положении

беля опускается до уровня пригоночного строгального станка (рис. 163). Постепенно, по мере разгрузки штабеля, платформа приподымается (рис. 164).

До этой стадии рабочие процессы по американскому и европейскому методам приблизительно совпадают, но далее они резко отличаются между собою. Для большей наглядности мы сначала закончим описание американского метода производства серединок из пиленного дерева и затем перейдем к европейскому методу.

Дальнейшая обработка досок для серединок в Америке

От пригоночного строгального станка доски подают на маятниковую или обрезную пилу для обрезания на требующуюся для серединок длину. При этом конечно необходимо следить за тем, чтобы получилось минимальное количество отпада. Более крупные фауты выпиливают, после чего материал сортируют по длине. Затем доски поступают на фуговальный станок, кромки аккуратно обрезают и, если нужно, фугуют.

Фугование кромок. Кромки можно фуговать на фуговальных или на строгальных станках. В общем предпочитают строганные кромки, дающие более гладкий склеенный шов. Фуговальные станки представляют собою не что иное, как узкие строгальные станки.

Ножовый вал вращается с большой скоростью, в то время как подача происходит сравнительно медленно. Различные типы соединений показаны на рис. 165.

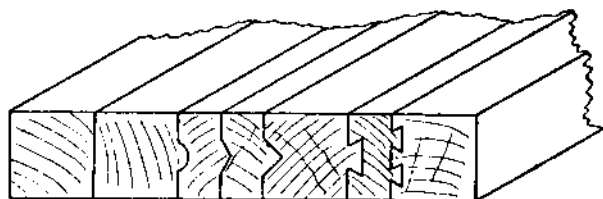


Рис. 165. Слева — сплачивание элементов серединок столярной доски кромкой впритык, посредине — полукруглый и треугольный шпунт, а справа — ординарный и двойной ласточкин хвост

Если фугование производится при помощи пилы, то последнюю выбирают с особо мелким зубом. Мелкие неровности среза способствуют склеиванию, и при хорошей работе пилы полученный шов ничем не отличается от строганого; к тому же он обходится дешевле и поэтому применяется в случаях, когда вопросу стоимости придается большее значение.

Пила для прирезки. С фуговального станка части передаются на пилу для прирезки, где их распиливают на соответствующую ширину, причем попутно отпиливают имеющиеся де-

фектные места. Затем части составляют в том виде, в каком их надо склеивать.

Струбцины для склейки. Сложенные полосы смазывают клеем по соединяемым кромкам посредством простого пальца и сжимают простыми зажимами или на ваймашине, изображенной на рис. 166. На ней видны отдельные стрезы, плотно сжатые винтовыми зажимами по своим смазанному клеем кромкам. На отдельных заводах склеенные серединки передают в специальные камеры, на других им дают остывать в мастерской. После схватывания клея доски из зажимов вынимаются.

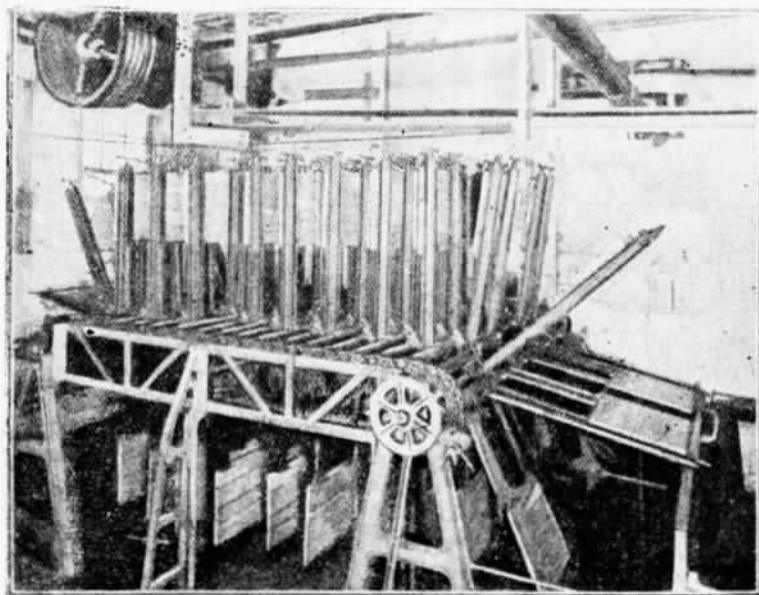


Рис. 166. Ваймашина для склеивания серединки

Строгание. После изъятия из зажимов клею на серединках необходимо дать совершенно высохнуть, так как влага от клея проникает в древесину и вызывает некоторое набухание шва. Если приступить к строганию такой серединки до высыхания влаги, то сколо шва после окончательного высыхания образуется некоторый провал, легко могущий проступить в венированной переклейке. До обработки поверхности серединки целесообразно их еще раз штабелевать с помощью прокладок, оставлять на 5—7 дней в мастерской, а затем только обстругивать до требуемой толщины. Если имеются в распоряжении камеры для дополнительной сушки, то этот дополнительный срок можно ограничить примерно двумя днями.

Для лучшего соединения со шпином раньше принято было поверхности серединки обрабатывать зинзубелем. За последние годы этот способ вышел из употребления, так как он вряд ли чем-либо оправдывается.

Окаймления и обкладки. Конструированная вышеописанным способом серединка имеет необработанные кромки. Так например на концах столярной доски видны торцы пиломатериала. После обработки торцы дают темную окраску. Часто торцевую кромку оклеивают обкладкой, обычно из того же дерева, из которого выполняется декоративный шпон, или же из дерева, которое после обработки мало чем отличается от декоративного слоя. На рис. 167 показаны различные простые способы обкладки столярных щитов, на рис. 168 — более совершенные способы, а на рис. 169 — применяемая в Америке при изготовлении дверей специальная конструкция.

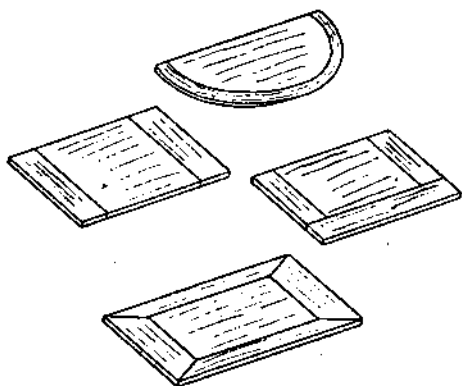


Рис. 167. Различные виды обвязки срединнок

Следует отметить, что в Европе развилась специальная отрасль промышленности по производству обкладок разнообразных форм из шпона и из полос клееной фанеры как с поперечным, так и с долевым направлением волокон. На рис. 170 показан целый ряд таких обкладок, имеющих на европейском рынке.

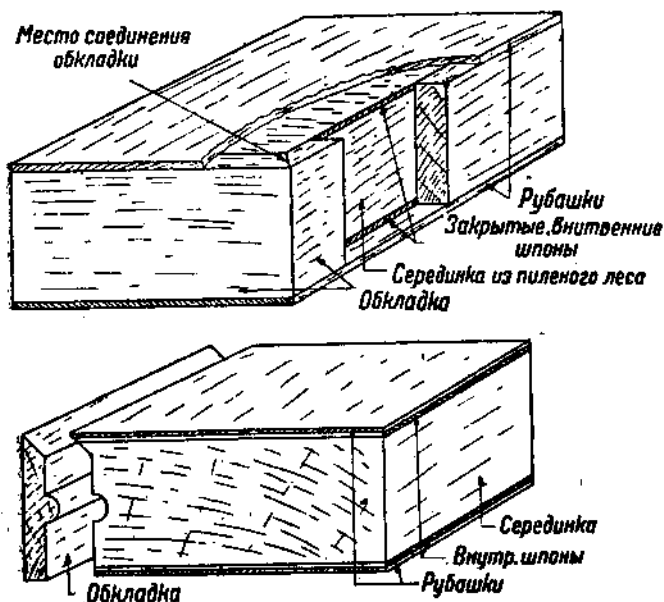


Рис. 168. Различные способы обвязки столярных досок

Дополнительная обработка срединнок. При окончательной обработке срединнок иногда обнаруживаются некоторые дефекты. Браковка их или распиливание на меньшие размеры были бы при существующих на лесоматериалы ценах непростительной расточительностью. Часто для замены выпавших или

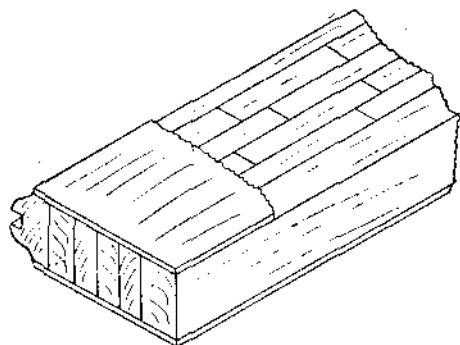


Рис. 169. Дверная конструкция с рубашкой толщиной в 3,2 мм ($1/8''$). Клепка выполнена из того же дерева, что и декоративная фанера

расшатанных сучков, которые должны быть удалены и отверстие которых аккуратно и точно высверливают на специальных станках, применяют круглые пыжи диаметром 76 мм (3") и выше. Для дефектов, не поддающихся исправлению посредством круглых пыжей, применяют части иной формы, например клинья. Пыжи закрепляют путем вклеивания. Исправленные таким образом срединки не считаются обесцененными. На концах и кромках следует избегать таких исправлений.

Углубления или отверстия от вырванных ножом или пилой кусков можно заполнять смесью из гипса и древесных стружек. Иногда для этой цели пользуются специальным составом, так называемой жидкой древесиной, или же смесью из казеина и опилок.

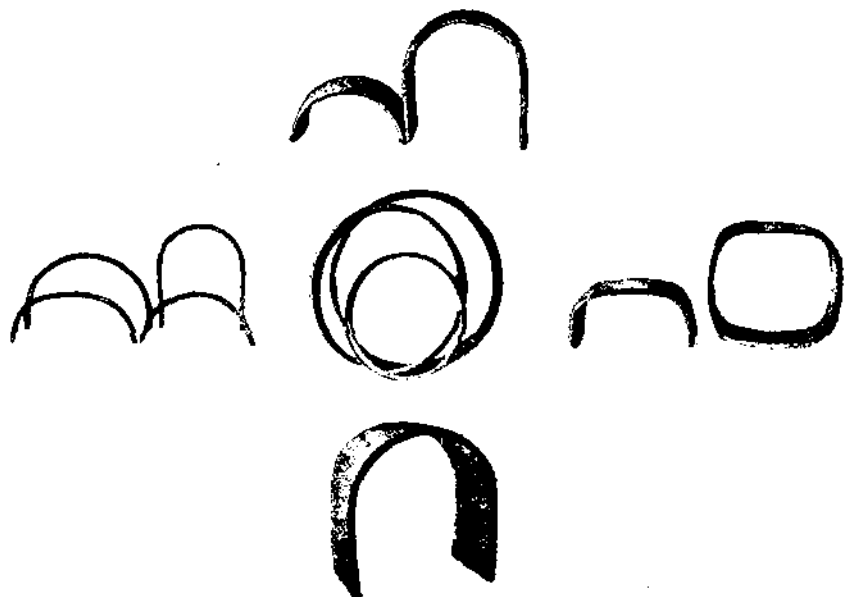


Рис. 170. Различные виды практикуемых в Европе обкладок

Однако такого рода исправления не рекомендуются и никогда не применяются на рубашечных слоях. Всякое исправленное место должно дополнительно обрабатываться циклей, чтобы оно не выделялось на поверхности.

Тщательно исправленные, применяемые для пятислойки середины не подлежат браковке, однако при изготовлении трехслойных щитов следует соблюдать осторожность, так как после полировки исправления могут стать заметными через наружный слой щита. Из этого следует, что середины для трехслойки должны быть лучшего качества, чем для пятислойных досок¹.

Когда середины готовы для соединения с другими слоями, их целесообразно складывать вместе с внутренними шполами и передними и задними рубашками в теплом и сухом помещении.

Серединки европейского типа для толстых щитов

Кустарное производство. Описанные в предыдущем разделе американские способы изготовления серединок приблизительно совпадают со способами, применяемыми в столярных мастерских и на мебельных фабриках Германии и других европейских стран. Но вряд ли в США найдутся мебельные фабрики и столярные мастерские, которые сами изготавливают требующуюся им переклейку.

Если такие предприятия составляли бы правильную калькуляцию, они убедились бы, что себестоимость вырабатываемых ими щитов значительно превосходит стоимость самых высококачественных столярных плит, купленных на специальных заводах. Этот факт еще недостаточно осознан именно потому, что на мелких производствах не проводят с достаточной точностью учета себестоимости. Кроме того многие потребители переклейки часто предубеждены против фабричной ее выработки. Но невозможность годами выдерживать на складе лес для столярных щитов привела к тому, что за последние годы и противники перешли к применению переклейки, изготавливаемой на фанерных заводах, убедившись в том, что оборудование для экономного производства серединок для толстых столярных щитов требует довольно дорогих и крупных установок.

Современный заводской способ изготовления, серединок. Доски, склеиваемые в блок, изображенные на рис. 135, берутся параллельно обрезанными и одинаковой толщины. Предположение, что для таких столярных щитов пригоден и низкосортный материал, глубоко ошибочно. Вопрос о том, что целесообразнее, применение более узких и дешевых досок или же более широких и дорогих, возможно решить только калькуляцией, так как, несмотря на более низкую стоимость узких досок, стоимость изделия из них выше, чем при применении более широких и дорогих досок (вследствие ограниченной возможности использования материала).

¹ Трехслойный и пятислойный товар в американском понимании.

Ввиду большой конкуренции на европейском рынке фирмы вынуждены придерживаться точной калькуляции, что неизбежно приводит к применению серединок из сравнительно высокосортного материала. В результате выпускаемые на немецкий рынок толстые щиты вполне выдерживают сравнение со щитами кустарного производства или изготовленными американским способом.

Тщательно просушенные и отсортированные доски пролаускают через станок для нанесения клея (рис. 171), причем на этом станке смазывают клеем каждую вторую доску блока. Применяется конечно холодная клейка; прежде для этой цели пользовались исключительно казеином, но в последнее время зошел в употребление дешевый растительный клей.

Смазанные доски, как показано на рис. 172, складывают в блоки, лежащие на подкладках, вместе с которыми их подают в гидравлический пресс, изображенный на рис. 173. Для склеивания этих блоков требуется значительное давление. Блоки кладут между двумя толстыми досками, армированными U-образным



Рис. 171. Двухстороннее нанесение клея на доски при изготовлении серединок для столярных щитов



Рис. 172. Укладка смазанных клеем блоков

или тавровым железом и соединяемыми стяжными замками. В зависимости от того, продвигаются ли склеенные блоки тележками или талями, либо снабжают нижнюю доску колесами и превращают таким образом в тележку, либо же пресс снабжают специальной тележкой, на которой в него въезжают блоки. После этого пресс ставят под давление.

Иногда устраивают особой формы боковые направляющие, которые не дают доскам блока двигаться в сторону. Достигнув

максимального давления пресса, накладывают и стягивают натяжные замки. Достаточно натягивать их вручную, так как обычно давление пресса несколько больше требуемого, учитывая неизбежное понижение давления после высыхания клея.

После наложения всех стяжек давление пресса прекращают и блок выдвигают обратно. Если подкладка конструирована в виде тележки, то блок просто передается на запасный путь.

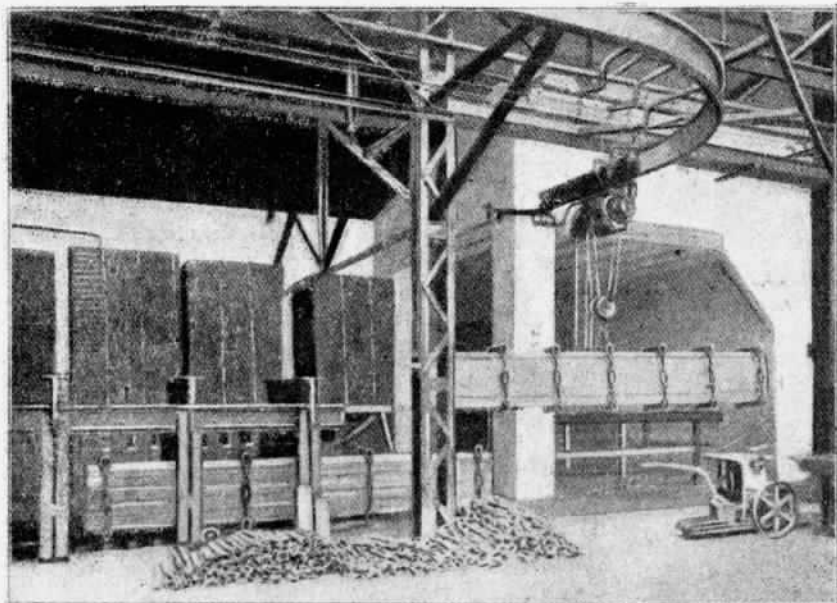


Рис. 173. Пресс для склеивания блоков

В противном случае, как показано на рис. 173, его подхватывают талиями и передают на место, где склеенный блок остается до схватывания клея. На рис. 173 виден готовый к выходу из пресса второй склеенный блок. На переднем плане видны натяжные замки и профили балочек, применяемые для натяжения блоков.

При работе с очень большими прессами и крупными блоками, во избежание транспортирования вручную верхних досок с их натяжными замками, блоки после схватывания клея, продолжющегося в зависимости от сорта клея от 6 до 24 час., снова вводят в пресс. Затем прессом сдвигают блок настолько, чтобы можно было удобно раскрыть натяжные замки руками. Верхнюю доску с натяжными замками подвешивают к верхней части пресса и оставляют там, в то время как нижнюю со склеенным блоком выдвигают и тут же пускают в дальнейшую работу.

Когда клей достаточно засох, блоки распиливают на серединки либо на многопильной лесопильной раме (рис. 174), либо на ленточной пиле (рис. 175).

Какому из двух типов пил следует отдать предпочтение, вопрос не решен. В общем считается, что срез ленточной пилой ровнее и помимо того дает меньше потерь.

Склеенные блоки обычно имеют только от 500 до 600 мм (20 и 24") высоты, так как распиловка более толстых блоков с многочисленными слоями клея на многопильном станке очень затруднительна, но за последнее время сконструированы и переданы в эксплуатацию ленточные пилы, допускающие распиловку

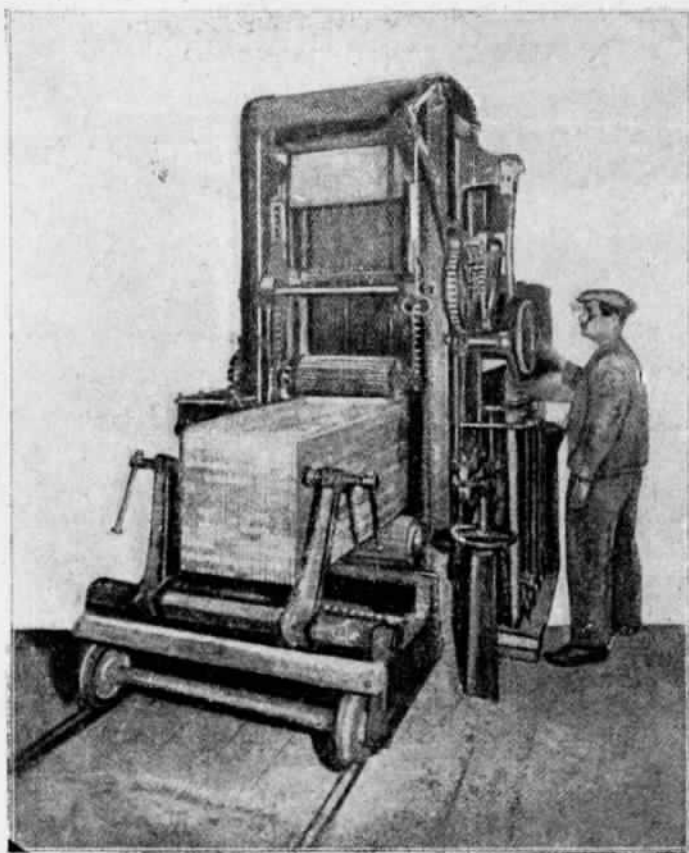


Рис. 174. Распиловка склеенного блока на лесопильной раме

блоков высотой до 800 мм (31½"). Максимальная длина блоков около 5 м (16½'). Для рационального использования лесоматериала применяют и более короткие доски. В этих случаях доски укладывают впритык аккуратно обрезанными торцами, но при этом необходимо следить за тем, чтобы стыковые швы смежных слоев не приходились на одном месте. Если требуются столярные щиты стандартной ширины — от 1600 до 1800 мм (63" или 71"), то одну или две изготовленных таким способом

серединки склеивают в одну плиту. Предварительно их отфугивают по кромкам и обрабатывают по описанному выше американскому способу.

До сборки столярного щита распиленные и склеенные серединки подвергают еще сушке для удаления влаги, иногда в довольно большом количестве проникшей в дерево вместе с клеем. Эту дополнительную сушку производят в сушильных каналах или камерах, в которых серединки сушатся на тележках между прокладками или решетинами по описанному для досок способу; пропарку тут уже более не применяют и температуру не доводят до такой степени, как при сушке досок. В зависимости от применяемого клея температуру доводят лишь до 40—70°.

После удаления клеевой влаги и соединения срединки до требуемой ширины их путем строжки доводят до нужной толщины, после чего они готовы для склеивания щитов.

Серединки столярных щитов из шпона изготовляют аналогичным способом, с той только разницей, что вместо досок употребляют шпон, прирезанный в одинаковый размер. Сушку этого рода срединки надо производить с особой тщательностью, так как с уменьшением толщины отдельных соединяемых в склеенный блок древесных слоев возрастает число слоев клея и вместе

с тем и количество подводимой к блоку влаги. Тщательно контролируя температуру и влагосодержание воздуха, производят дополнительную сушку этих шпонов в каналах.

Преимущества срединки, изготовленных по европейскому методу, получили уже широкое признание. Ряд заводов целиком перешел на производство подобных столярных плит и к сбыту их в качестве полуфабриката. Но такие заводы мыслимы лишь при условии их непосредственной близости от места произрастания сырья или от таких мест, в которых расходы по транспорту были бы невысоки.

Крупные заводы предпочитают изготавливать серединки сами,

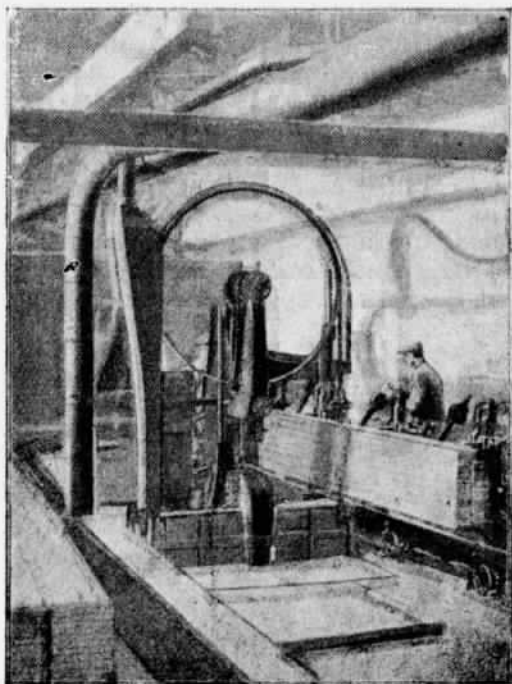


Рис. 175. Распиловка склеенного блока на ленточной пиле

во-первых, потому, что такие толстые щиты изготавливаются обыкновенно больших размеров, требующих сравнительно тяжелых и дорогих станков и оборудования и доступных поэтому лишь крупным заводам. Кроме того дальний транспорт голстых срединок все же представляет известные трудности, так как состоящие из составленных на ребро узких полос шпола срединки сами по себе не обладают достаточной прочностью, чтобы выдержать небрежное обращение при транспорте. Достигаемая при покупке склеенных шпонов экономия на фрахте легко может уничтожиться указанными повреждениями.

Крупные фанерные заводы, сами изготавливающие столярные щиты, имеют полную возможность построить свое массовое производство на рациональном использовании лесоматериала, начиная с параллельно обрезанной доски до склеенного шпона, так что покупка склеенных шпонов не дает им выгоды; тем более, что из-за опасности повреждений при транспорте для последних применяется дорогостоящий казеиновый клей. Помимо того срединки при транспорте неизбежно впитывают слишком много влаги, поэтому для устранения опасности порчи столярных щитов на месте приходилось бы подвергать их повторной сушке. Эта дополнительная сушка со своей стороны может разрушить швы и вызвать рекламации со стороны потребителя.

КЛЕИ, УПОТРЕБЛЯЕМЫЕ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА КЛЕЕНОЙ ФАНЕРЫ

Общие сведения

Применение клеевых веществ для соединения деревянных частей несомненно известно было уже в глубокой древности. Близ Фив найдена скульптура из эпохи расцвета древнего Египта, свидетельствующая о применении клея для соединения деревянных частей. Так, на рис. 176, сделанном приблизительно 3500 лет тому назад, видны стоящий на огне горшок с клеем и рабочие, занятые нанесением клея на дерево.

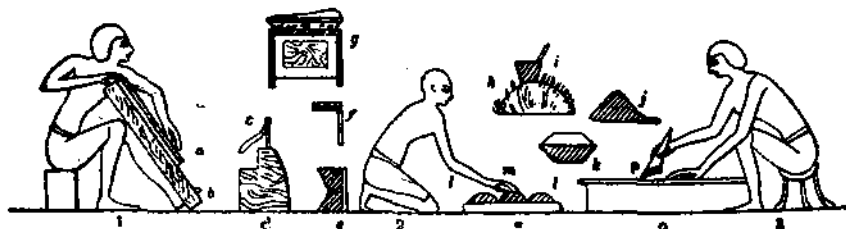


Рис. 176. Изготовление клееной фанеры в древнем Египте

I. Тонкая пластина *a* темного дерева наклеивается на доску *b* простого дерева; топор *c* в деревянной колоде *d* той же породы, как *b*, *e*—шаблон; *f*—угольничек, *g*—сосуд.

II. Рабочий шлифует плиту *a* шлифовальным средством *m* и *l*.

III. Горшок с клеем *h* поставлен на огонь *h*, *j*—кусочек клея, *k*—сосуд для клея, *o*—рабочий кистью *p* наносит клей.

Найденная в гробнице Тутанхамена деревянная мебель также показывает, что уже тогда для соединения деревянных частей, как и для наклеивания фанеры, применяли клей. Происхождение этого клея древних с достоверностью не установлено, но из того факта, что клей этот распускали на огне и наносили кистью и что смазанные клеем части затем соединяли и клали под пресс из камней и мешков с песком, можно заключить, что это мог быть клей, подобный теперешнему животному клею.

В литературе имеется указание на то, что египтяне варили клей из некоторых частей внутренностей рыб. Клей походил на рыбий клей. Дающая клей животная ткань разваривалась на-

столько, что оставались только волокна, сгущающие клеевой отвар. Склеиваемые поверхности при примитивности инструментов той эпохи не получились достаточно гладкими, и тестообразная консистенция такого клея облегчала заполнение неровностей. В истории мебели Кенпена и Брейера мы узнаем, что древним египтянам уже известно было нечто вроде казеинового клея.

Там сказано следующее:

«Для соединения ровных поверхностей дерева египтяне пользовались употребляемым и поныне клеем — смеси казеина и гашеной извести, имеющими большую водоупорность, чем животные клеи».

• Древние египтяне кроме того знали также искусство придания материалу большей ценности путем наклеивания тонких пластин драгоценных пород на низкосортный лес. Так например угловые колонки большого ящика с мумией в Старом берлинском музее склеены облицовочной фанерой почти в 1 см. толщины, что ясно видно на облупленной его части.

Известно также, что и древние греки применяли клей. В этом же источнике сообщается:

«Склеивание являлось излюбленным способом соединения. Существовало два сорта клея: простой, из животных отбросов, и рыбий клей, тщательно изготовленному которого, особенно, если он предназначался для фанер, отдавалось много внимания, но в этих случаях употребляли смесь гашеной извести и белка или казеиновых веществ, встречающихся у древних египтян. При склеивании тщательно следили за структурой отдельных пород».

Плиний говорит в своей естественной истории о применении римлянами клея:

«Клей также играет одну из главных ролей при всех фанерных и мозаичных работах».

Сведений о применяемых в средних веках в Европе сортах клея почти не имеется. Можно однако полагать, что применение животного клея было общеизвестно. Наверное известны были также и казеиновые сорта клея, но ими пользовались меньше.

Из времен колонизации Америки до последних десятилетий вряд ли найдутся какие-либо следы того, что там применялось что-либо иное, а не животный клей.

Различные виды клея

Новые рабочие методы, а прежде всего требования современного фанерного производства, способствовали дальнейшему развитию целого ряда сортов клея, отличающихся особыми свойствами. Главные, находящиеся в употреблении сорта можно разделить на клеи: растительные, животные, казеиновые, кровь, или кровяной альбумин, жидкое стекло, жидкие и наконец для полноты назовем еще новейшее связующее средство, начинающее только лишь отвоевывать себе место, но которому без со-

мнения в некоторых отношениях предназначено сыграть важную роль в деле упрощения способов производства, а именно — пленочный клей.

Теория склеивания дерева

Каким путем клей связывает два куска дерева, давно уже является предметом обсуждения специалистов. В задачи настоящего труда не входит рассмотрение и оспаривание разноречивых взглядов. В дальнейшем даются лишь в общих чертах популярное объяснение действия различных сортов клея.

От клея прежде всего требуется, чтобы он был достаточно текучим для равномерного распределения по поверхности дерева и чтобы после распределения он оставался еще достаточно жидким для проникания в поры древесины. Новейшие исследования выявили, впрочем, что проникание мелких струек клея в древесные поры — не обязательное условие хорошей склейки. Пришли, наоборот, к убеждению, что самым существенным в этом процессе является сцепление между клеем и деревом, хотя и проникание клея в древесные поры, там где это допускается свойствами дерева и клея, увеличивает площадь действия силы сцепления.

Второе важное свойство клея заключается в том, чтобы он после проникания в отверстия и поры между волокнами древесины проявил желатинирующее свойство; другими словами, чтобы он из жидкого состояния перешел в полужидкое, в котором в древесину он больше не проникает и остается в шве в виде чрезвычайно тонкой, неправильного вида пленки, простирающейся мелкие выступы к обоим склеиваемым плоскостям.

Третьим необходимым свойством клея является его способность сохнуть, превращаясь в плотное тело. Вместе с тем твердеют кончики и отходящие от пленки в древесину мелкие зубцы, которые должны быть достаточно прочными и упругими, чтобы не ломаться. Эти мелкие выступы действуют, как гвозди, вгоняемые в поры древесины и соединяющие ее поверхности (рис. 177).

Растительный клей, представляющий собою очень вязкую жидкость, вдавливаясь в пустоты между волокнами. Так как дерево предварительно высушено, то оно немедленно начинает поглощать воду из клея (вода не является коллоидом; она состоит из мелких молекул и поэтому может проникать через стенки клеток). Растительный клей желатинирует или схватывается вследствие удаления из него воды. Такое удаление воды наступает и во всех других видах клея (к так называемому пленочному клею это не относится, так как он воды не содержит).

В животном клее схватыванию способствует свойство его желатинировать после охлаждения; из желатинного вещества очень трудно извлечь воду. Посредством тепла клей поддерживает в жидком состоянии и наносят на дерево, температура которого немного ниже температуры клея; после проникания клея в поры древесины он остывает, желатинирует, становится полу-

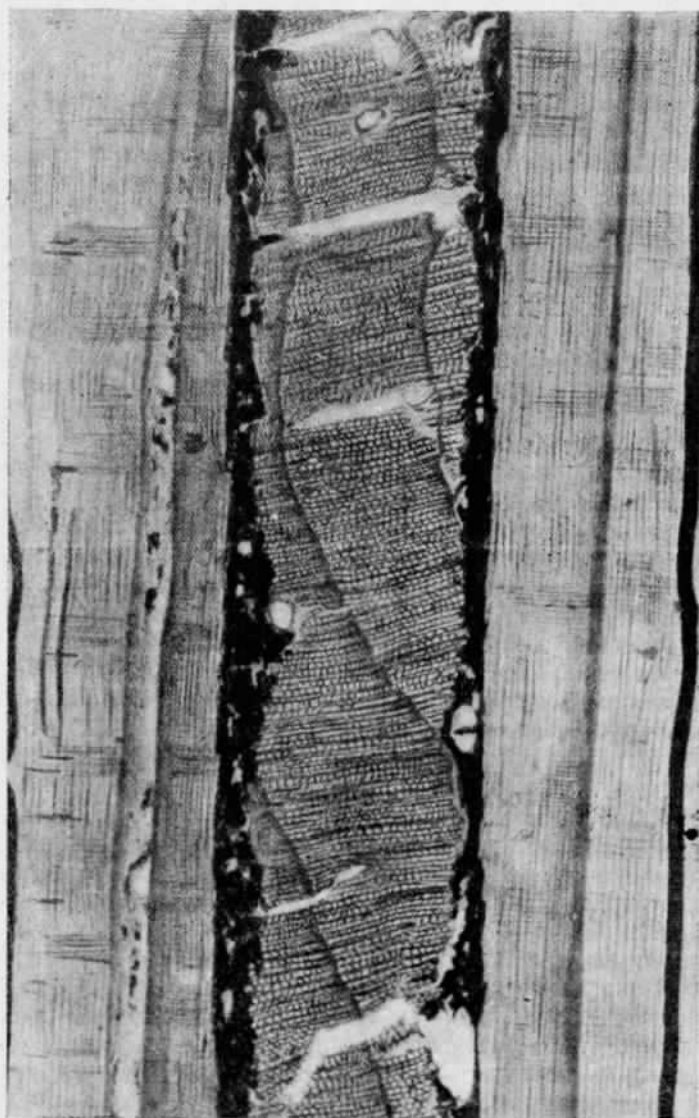


Рис. 177. Увеличенный разрез клеевых соединений в фанере-трехслойке. Темные места показывают проникновение клея в волокна древесины. Рисунок изображает склейку мягкой сосновой древесины кровяным альбумином

плотным и в конце концов сохнет. Если дерево слишком тесное, процесс желатинирования задерживается. Клей в этом случае проникает настолько глубоко, и в таком количестве, что на поверхности древесины почти ничего не остается, в результате чего схватывание клея получается слабым. Если температура дерева слишком низкая, то желатинирование наступает слишком рано, и тесного соединения дерева и клея не происходит. В этом случае также не получается прочного соединения.

В некоторых сортах казеинового клея происходит еще и другой процесс, имеющий большое значение. Как только клей растворяется, наступает довольно медленный химический процесс, при котором клей остается в жидком состоянии до тех пор, пока его не нанесут на дерево. Химический процесс при нормальной температуре заканчивается через несколько часов, но путем нагревания его можно значительно ускорить: клей делается желатинообразным и плотным независимо от того, нанесен ли он на дерево или нет. Если такое состояние клея наступает в шве, то оно вызывает сцепление, если же оно начинается до нанесения клея, то последний становится непригодным к употреблению.

Из изложенного легко понять, почему клеи должны быть непременно коллоидами и почему некоторые вещества имеют склеивающее свойство, а в других оно отсутствует. Патока например не является клеем по той причине, что сахар не состоит из частиц, которые проникали бы через стенки древесных клеток и удалялись бы из шва, а также и потому, что они не желатинируют; сахар в высушенном виде дает слишком незначительную механическую прочность.

Растительный клей

Растительный клей состоит главным образом из раствора крахмала в щелочах.

Клей этот лишь в 1910 г. стал применяться в фанерном производстве США. В Европе растительный клей в фанерном производстве почти не применяется, и только за последнее время склеивание серединок в блоки для изготовления толстых щитов производится не казеиновым, а растительным клеем, что объясняется дешевизной последнего. Первые следы производства растительного клея найдены в немецкой рецептуре, напечатанной, вероятно в 1870 г. Там указан рецепт по изготовлению клея из крахмала, воды и каустической соды.

Применяемый в деревообработке растительный клей не следует смешивать с употребляемым в домашнем хозяйстве клеем-стером, изготавливаемым также из крахмала. Клей, идущий на фанерное производство, представляет собою янтарного цвета прозрачную жидкость такой консистенции, по виду которой трудно решить, имеешь ли дело с полужастывшей жидкостью или с полужидким плотным веществом.

Субстанция растительного клея состоит главным образом из

крахмала, добываемого из тапиока на Яве. Поставляется он в виде белого порошка или крупными зернами, легко поддающимся измельчению. Крахмал этот транспортируется в мешках. Сухой клей приводится в надлежащий вид путем раствора или варки.

Порошок прежде всего ставят на огонь в холодной воде, причем на 100 весовых частей сухого вещества дается 200—225 частей воды. После того как вода и клей хорошо смешались и образующиеся комья основательно измельчены, медленно прибавляют тщательно взвешенное количество раствора каустической соды. Этот раствор готовят отдельно. (Он состоит из 3 частей сухой соды на 10 частей воды.

Прибавление раствора соды к смеси крахмала и воды можно произвести до или после нагревания последней. После полного смешивания клея с водой смесь (приобретает вид известкового раствора. Размешивание продолжают. Включается предусмотренный в мешалке паровой обогрев. Когда температура смеси приближается к 38°, она меняется, становясь похожей на простоквашу. При дальнейшем повышении температуры она густеет до консистенции хлебного теста. Дальнейшая варка делает массу прозрачной. Смесь доводится до сиропообразного состояния.

Продолжительность варки для достижения этого состояния неодинакова и зависит от конструкции данной клеомешалки, давления пара, количества одновременно изготавливаемого клея и соотношения ингредиентов, особенно едкого натра. Температура не должна превышать 82°. Некоторые специалисты доводят температуру до 70°. Нагрев продолжают до тех пор, пока клей не приобретает светлорозоватую окраску, стекая с погруженного в него стержня в виде светлого прозрачного сиропа.

Массу продолжают мешать, а затем охлаждают до температуры помещения. Клей применяют в холодном виде.

Запах жженого сахара сигнализирует опасность начала образования декстрина. Невозможность быстрого охлаждения всей массы клея существенно отражается на связующей силе.

Указанные данные о количествах примесей часто сильно варьируют. В зависимости от назначения клея примесь едкого натра NaOH колеблется от 1/2 до 10% по отношению к сухому веществу. Если применять 7% или больше соды, то нагрев излишен, так как благодаря щелочи клей вполне растворяется и в холодном виде. Однако такой высокий процент соды опасен, так как щелочь вызывает на древесине темные пятна и кроме того значительно ослабляет прочность дерева.

На фанерных заводах, разрабатывающих клен с «птичьим глазом» или дуб, стремятся добиться светлой окраски древесины, и поэтому примесь едкого натра не должна превышать 1/2% или 1% веса сухого клея.

Хотя эти небольшие дозы и требуют гораздо более продолжительной варки и мешания клея, это облегчают обработку светлых декоративных шпонов. С точки зрения прочности клея лучшие результаты достигаются при добавлении соды обычного качества в количестве 3—4% веса сухого клея. (Диаграмма

на рис. 178 дает графическое изображение связующей силы клея в зависимости от размера примеси каустической соды.

В Америке в фанерном производстве применяют обычно именно такой растительный клей. Стоимость его ниже других клеевых веществ, за исключением жидкого стекла. При правильной дозировке и нанесении этого клея можно без всяких затруднений получать хорошие соединения, выдерживающие сильные колебания температуры и обладающие достаточной прочностью, не требуя особой спешки при подаче фабриката в пресс.

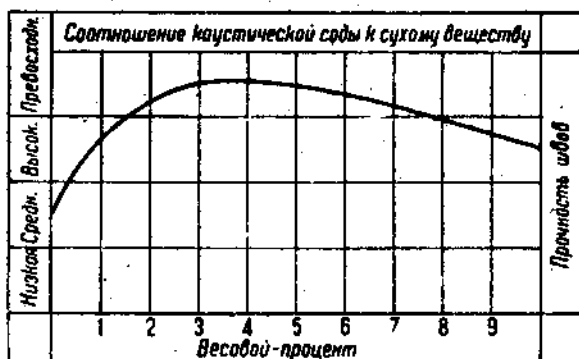


Рис. 178. Диаграмма зависимости прочности шва от количества содержащейся в растительном клее каустической соды

Но для применения растительного клея одной из важнейших предпосылок является весьма тщательная сушка и серединок и рубашек. Если склеивание посредством растительного клея представляет затруднения, то причиной этого обычно бывает недостаточная просушка древесины. В общем требуется, чтобы древесина была высушена до влагосодержания ниже 5%, хотя в лабораторных опытах достигнуты хорошие результаты и при 10%-ной влажности.

Правильно приготовленный растительный клей отличается долговечностью, т. е. он может целые сутки оставаться в клейлых вальцах или мешалке без существенного понижения силы сцепления и может применяться даже через неделю после его изготовления. Тем не менее считается целесообразным не держать клей больше 2—3 дней. Растительный клей не требует горячих прессов, он неводоупорен, но зато довольно нечувствителен к действию бактерий (правда, только в сухом виде). Он хорошо переносит сухую жару.

Животный (мездровый) клей

Обыкновенные выпускаемые на рынок сорта животного клея изготавливаются из отходов боеи и кожевенной промышленности. Почти все отходы, непригодные для переработки в пищевые продукты или одежду, служат для производства какого-нибудь

орта клея. Получение кожевенного клея подробно описано Робертом Г. Бюг и Джеромом Александер. Наглядное и полное изображение всех интересующих потребителя данных о кожевенном клее содержит также элементарное руководство по клею д-ра Германа Штандлингера.

Классификация животного клея разнообразна. Различные предприятия придерживаются различных норм. В Америке пока общепризнанного стандарта не существует. В Германии выработаны стандарты для животного и растительного клеев.

Наиболее чистые сорта кожевенного клея считаются наиболее подходящими в случаях, где требуется большая прочность. Классификация распространяется на самые низкосортные клеи.

Способ приготвления животного клея очень прост: клею дают набухать в воде, а затем нагревания доводят его до требуемой степени разжижения. Температура, как правило, не должна превышать 60—66°. Более высокая температура неблагоприятно отражается на связующей силе. Низкие температуры вызывают бактериологические изменения, и клей становится слишком густым. Высокосортный клей дает хорошие результаты, если на весовую часть сухого клея брать 2 части воды. При очень осторожной работе можно брать и до 3 частей воды. Чем ниже сорт клея, тем слабее схватывание, независимо от количества приешанной воды.

Животный клей превосходно проникает в поры дерева, если последнее нагрето до соответствующей температуры, но он должен обязательно применяться в теплом состоянии. Если клеем смазывают большие площади, например при изготовлении клееной фанеры, то в помещении должна поддерживаться довольно высокая температура. При нанесении клея на клеильных вальцах последние должны обогреваться для предупреждения преждевременного затвердения клея. Так как клей легко проникает в дерево и при остывании быстро густеет, связанные клеем поверхности надо как можно быстрее ставить под пресс.

Эти указания относятся главным образом к американским условиям и к европейским мелким кустарным производствам.

Современные европейские фанерные заводы, все еще употребляющие в большом количестве животный клей, располагают прессами, снабженными нагревательными плитами, снова приводящими клей в совершенно жидкое состояние, благодаря чему его можно наносить на дерево нормальной температуры. Тут нет необходимости торопиться с вкладыванием материала в пресс. Часто даже дают нанесенному на серединки клею совершенно просохнуть, с тем чтобы по возможности уменьшить количество содержащейся в клее воды; и чтобы предупредить проникание клея в тонкие рубашки. Таким путем предотвращаются пятна. Столярные щиты с просохшим клеем можно держать неделями без ущерба для схватывания. Но до подачи в горячий пресс поверхность немного смачивают, что способствует прочному крепленю склеиваемого фабrikата.

Тут уместно упомянуть об особых приемах обработки, заклю-

чающихся в кратковременном охлаждении до $30-35^{\circ}$ нагретых паром плит пресса путем пропускания через них холодной воды. Этим достигается быстрое и надежное желатинирование и схватывание клея. Способы эти в отличие от американских и применяемых еще в Европе кустарных способов дают возможность регулировать периоды перехода от жидкого или желатинообразного до плотного состояния клея и в известных пределах варьировать их по собственному усмотрению. Применение клея, в особенности очень жидкого и следовательно со значительным содержанием воды, как это имеет место при кустарном и американском способах, всегда связано с опасностью проникания клея через тонкую рубашку. Как предохранительную меру рекомендуют предварительно скупать такие рубашки в жидкий отвар клея.

На американских фанерных заводах животный клей употребляют лишь для наклеивания на столярные щиты рубашек, для обклеивания щитов обкладками и тому подобных целей. В общем соединения животным клеем водоупорны и нетеплостойки, но тем не менее животный клей — чрезвычайно полезное связующее средство: он быстро схватывается, соединения очень плотны и требуют небольшого давления при склейке.

Казеиновый клей

Казеиновый клей известен был еще в древнем Египте, Греции и средневековой Европе. В США он появляется впервые около 1870 г. в щеточной и бумажной промышленности. Для склейки дерева в Америке он впервые стал применяться во время мировой войны, когда для авиационного строительства потребовалась сравнительно водоупорные клеевые вещества. Точное описание казеина вышло бы за рамки этого труда, и поэтому мы отсылаем читателя к соответствующей литературе, например к труду д-ра В. Л. Дэвиса «Добывание казеина и его применение». Не вдаваясь в подробности, можно сказать, что казеин является составной частью молока (что впрочем относится не ко всякому его сорту).

Его производят посредством заквашивания снятого молока или путем ввода в него кислоты. При этом получается казеин (в виде творога); его отделяют от сыворотки, промывают, просушивают и размалывают до размеров примерно в $30-40$ отверстий сита на 1 см^2 .

Главный поставщик казеина — Аргентина. Ее производство составляет от $12\,000$ до $14\,000\text{ т}$ в год, в то время как США производят только около $2\,500-5\,000\text{ т}$, падающих главным образом на Калифорнию, Висконсин и Нью-Йорк. Поставляет в большом количестве казеин также Новая Зеландия, но в Европе одлается предпочтение аргентинскому казеину.

Казеиновый клей обладает относительной водоупорностью, что составляет его главное преимущество при производстве глазной фанеры. Недостаток его заключается в том, что малейшие отклонения от оптимальных условий ставят под вопрос водоупорность его. Поэтому нельзя считать казеин водоупорным в настоящем

смысле этого слова, как например резину или пленочные клеи.

Казеин поступает на рынок в виде твердого зернистого или мелкого песочного горошка, разбухающего, но не растворяющегося в воде.

Казеин может растворяться с прибавлением к воде щелочей, как например каустической соды, поташа или буры, образуя щелочный казеинат. Такой клей однако отнюдь не водоупорен. После сушки он снова растворился бы в воде. Если к смеси казеина с водой прибавить гидрат окиси кальция, то образуется казеинат кальция. Последний точно так же можно применять в качестве клея. Он конечно водоупорен, но хрупок, обладает слабыми связующими свойствами и неспособен проникать в древесину.

Применяемые в фанерном производстве сорта казеинового клея являются комбинациями из различных сортов упомянутых двух типов, т. е. они все содержат щелочь, вызывающую частичное превращение казеина в щелочный казеинат, придающие клею прочность, способность проникания в древесину, неизменяемость и некоторую эластичность. Они содержат также известь, действующую на несвязанный казеин и щелочный казеинат, образуя нерастворимый казеинат кальция, придающий клею его схватывающие и водоупорные свойства.

Для достижения известных специальных свойств некоторые заводы пользуются еще и другими химическими примесями и коллоидами. Часто применяется натровое жидкое стекло, содержащее необходимую щелочь. Рекомендуются также и кремневая кислота и соли меди, повышающие водоупорность казеина.

Некоторые из этих примесей, но отнюдь не все, действительно в ограниченной мере способствуют повышению водоупорности клея, но зато приходится мириться с другим веским недостатком, обесценивающим их незначительные преимущества, — прежде всего с тем, что щиты, склеенные этими сортами, с трудом поддаются резке и пиленю. Ножи и пилы быстро затупляются, вследствие чего перерабатывающая промышленность не особенно довольна этими сортами клея.

Табл. 57 дает сводку ряда анализов так называемых холодных казеиновых клеев. Марки этих сортов клея не приведены, стоимость же большинства из них довольно высока.

Таблица 57

Клей	I (в %)	II (в %)	III (в %)	IV (в %)
Казеин	57	50,7	57,8	60
Вода	9	6,4	11,7	9,4
Окись кальция (что соответствует гашеной извести)	15,6 (20,6)	27,5 (36,3)	14,9 (20)	11,9 (16)
Фтор	есть	есть	есть	в избытке
Углекислота	—	—	—	в избытке

Эти клеи изготовляют в прочных хороших мешалках, предупреждающих образование комьев. Сухой клей разводят без нагревания в холодной воде при температуре в 10—27° и наносят

на дерево в холодном виде. Поэтому такой клей и называется «холодным».

Казеиновый клей представляет собой непрозрачную белую с кремовым оттенком жидкость, напоминающую густую малярную краску. После того как клей через несколько часов стухает, он, в зависимости от своей водоупорности, становится более или менее вязким и в конце концов превращается в резинообразную массу. Казеиновый клей необходимо употреблять до наступления этого состояния. Он принадлежит к сортам клея, обладающим незначительной жизнеспособностью. Казеиновый клей, содержащий известь, тверд и быстро затупляет режущие кромки ножей и инструментов; если он содержит щелочь, то портит стенок древесины и ослабляет волокна.

На европейских фанерных заводах довольно широко используются казеиновым клеем, который в Америке почти не употребляют: это казеин для склеивания по горячему способу.

Этот клей содержит примесь извести и изготавливается на холоду обычным способом. На некоторых заводах к нему добавляют жидкое стекло от 5 до максимально 10%. Клей в вальцах наносят на серединку, а затем склеиваемые части по возможности быстро кладут в снабженный горячими плитами пресс. Обычно запас такого клея готовится примерно на 12 часа, так как температура в цехе с горячими прессами большей частью сравнительно высока. Как только пресс загружен, его немедленно пускают в ход, чтобы предупредить схватывание клея до процесса давления. В этих горячих прессах казеиновый клей очень быстро схватывается. В зависимости от толщины рубашек схватывание продолжается только 4—20 мин. После схватывания необходимо охлаждение; пресс раскрывают, и склеенные щиты, обычно еще теплые, вынимают из пресса. Вследствие содержания в этом клее на 1 часть сухого вещества около 4—6 частей воды необходимо, чтобы рубашки и серединки были хорошо просушены. При склеивании горячим способом температура плит редко превышает 80°, так как слишком высокая температура легко ведет к образованию пузырей.

В Америке казеиновый клей применяют только тогда, когда растительный или животный клей непригодны. Это обеспечило ему и там известную область применения. Казеиновый клей имеет то преимущество, что он годится для производства изогнутых частей. Некоторые сорта этого клея применяют также для склеивания серединок, но прежде всего он употребляется при производстве авиофанеры, фанерных ледников и других изделий, требующих водоупорности.

Кровяной альбумин

Кровяной альбумин в США появился на рынке позже других сортов клея. Потребление его вероятно уменьшилось с тех пор, как понизился спрос на водоупорный клей для военных

целей. В свое время он шел в Америке на постройку судов. Клееную фанеру обычно склеивали горячим способом.

В б. России кровяной альбумин употреблялся в большом количестве еще с 1900 г. (в самом начале в России пользовались свежей кровью, а в Польше и сейчас существуют заводы, на которых применяют кровь, доставляемую с соседних боен). В восточной части Европы и ныне широко применяют как кровь, так и кровяной альбумин.

В других странах эти клеевые вещества также находят применение, особенно при высоких ценах на казеин. На некоторых заводах кровяной альбумин примешивают к казеину. При приготовлении кровяного альбумина необходимо следить за тем, чтобы не произошло коагуляции, наступающей приблизительно при 70°. Только после нанесения клея на соединяемые части и загрузки последних в горячий пресс можно превышать эту температуру, с тем чтобы вызвать коагуляцию. Клей застывает и дает почти водоупорное соединение.

Для изготовления подобных сортов клея существуют различные способы, из которых некоторые патентованы. Приводим один из наиболее известных составов: 100 весовых частей воды с температурой в 27°, 4 части аммиака, 3 части гидрата окиси кальция (специалисты СССР считали бы такую дозировку слишком жирной). В течение нескольких часов кровяному альбумину дают набухать в воде, после чего его медленно мешают и, если нужно, удалить нерастворимые части, еще фильтруют. Затем, избегая вспенивания, осторожно продолжают мешать эту массу, прибавляя аммиак. Наконец прибавляют гидрат окиси кальция, имеющий консистенцию густых сливок, и еще мешают. При этом необходимо остерегаться прибавления слишком большого количества гидрата окиси кальция, могущего вызвать ступение до желатинообразного состояния. Готовый клей должен быть средней густоты, что дает возможность применять его в течение нескольких часов.

Клей можно наносить кистью или вальцами при нормальной окружающей температуре. При применении клеевых вальцов необходимо во избежание вспенивания следить за тем, чтобы они не работали вхолостую.

Для полного использования преимущества кровяного альбумина целесообразно в прессе загрузить каждый промежуток между горячими плитами лишь одним листом клееной фанеры. В Америке рубашки или внутренние слои выбирают не толще 1,6 мм ($1/16$ "). На европейском Востоке не ограничиваются такой толщиной. При рациональном нагреве прессы можно склеивать значительно более толстый товар.

При сырой клейке, практикуемой в некоторых странах европейского Востока, также часто применяется кровь или кровяной альбумин. В этом случае между каждыми двумя нагретыми плитами одновременно кладется до 8—12 листов переклейки. Общая толщина пачки фанеры, склеиваемой в каждом промежутке между горячими плитами, таким образом составит около 50 мм (2").

Во избежание сильного нагрева внешних слоев между плитами и склеиваемыми фанерами кладут еще фанерные прокладки. Таким способом конечно трудно достигнуть равномерной склейки, так как температура в отдельных слоях клея различна, несмотря на то, что склеиваемые части остаются в прессе до $\frac{3}{4}$ часа и плиты нагреты до 120°. В этом причина низкого качества клееной фанеры сырой клейки.

При желании изготовить хорошую равномерную клееную фанеру из сухого шпона следует каждый промежуток между горячими плитами одновременно загружать только одной, максимально двумя, а при очень тонкой переклейке — тремя листами фанеры. Температуру нагретых плит при этом доводят до 100—110°, т. е. выше точки коагуляции (или точки свертывания) белков, причем температуру повышают только после того, как пресс пущен в работу. При применении кровяного альбумина листы шпона по возможности быстро, сейчас же после нанесения клея, загружают в пресс и сейчас же, во избежание преждевременного схватывания клея, пускают его в действие.

Для производства многослойки целесообразно сначала изготовлять трехслойную фанеру, и затем наклеивать остальные слои отдельным рабочим ходом.

Путем опытов обнаружено, что водоупорность связана с повышением температуры склейки. Сделаны были попытки производить склейку кровяным альбумином в формах, применяя влажный, легко гнущийся шпон. Полученная этим способом фасонная переклейка была сравнительно водоупорна. Недавно в Америке изобретен новый состав кровяного альбумина, дающий будто бы водоупорную склейку даже и при холодном способе склеивания. Но этот процесс для практических выводов еще слишком нов и слишком мало испытан. Если способ этот окажется пригодным, предполагают его использовать для производства хорошей водоупорной переклейки, особенно для технических целей.

Другие способы склеивания сухим кровяным альбумином будут разобраны в разделе «Пленочные клеи».

Кровяной альбумин до некоторой степени является трудно обрабатываемым материалом, но он не настолько хрупок, как казеин, и проникает в древесину, напоминая этим животный клей. В Америке его применяют в ограниченных размерах потому, что там очень немногие установки оборудованы горячими прессами. Кровяной альбумин обладает меньшей сопротивляемостью бактериям, чем растительный животный или казеиновый клей.

Жидкое стекло

Жидкое стекло изготовляют исключительно из минеральных веществ путем плавления песка с примесью соды и поташа. Получаемый продукт поступает в торговлю в виде раствора различной концентрации.

Растворимое стекло, применяемое при обработке дерева, пред-

ставляет собой прозрачную жидкость в виде сиропа. Для производства мебельной переклейки оно непригодно и применяется лишь в производстве тары в Америке. Цена его очень низка, и так как оно дает вполне хорошее соединение для изготовления плотной, крепкой и легкой тары, к долговечности которой не предъявляется особых требований, то для этих целей клей этот превосходит.

Жидкие сорта клея

Существует целый ряд готовых сортов клея, но ввиду их высокой стоимости они в заводской практике применяются редко. Преобладающая часть этих сортов изготавливается из рыбьего пузыря. Таким клеем достигается большая прочность схватывания. Эти сорта употребляют главным образом кустики и ремонтные мастерские, в заводском же производстве они употребляются только в тех случаях, когда требуется небольшое количество клея. Но когда не удается добиться основательного нагрева склеиваемых частей, то иногда прибегают и к жидкому клею, хотя его схватывающая сила не может сравниться с животным и даже с казеиновым клеями.

Пленочный клей (Leimfilm)

При рассмотрении процесса изготовления шпона для клееной фанеры и шпона из ценных пород подчеркивалось, что предпосылкой для достижения высокого качества является основательная сушка древесины. При разборе сортов клея мы, с другой стороны, видели, что все они содержат довольно высокий процент воды. Воду эту при склеивании холодным способом, а также при склейке с помощью нагретых плит серединка и рубашки впитывают в себя. Количество содержащейся в клее воды довольно значительно. Если например взять казеиновый клей среднего состава, то оказывается, что при трех слоях клея вместе с клеем к каждому квадратному метру соединенных слоев подводится около 400—500 г воды (это относится также и к животному и растительному клеям). Нельзя же учитывать этого явления и в отношении более толстых шитов; пришли к выводу, что содержащуюся в клеях влагу надо как-то удалить. Это особенно важно в тех случаях, когда склеивание происходит при нормальной или только немного повышенной температуре. Применение нагретых плит условия клейки несколько улучшает, но высокая влажность не допускает повышения температуры выше 90—100°, а между тем кровяной альбумин требует именно высокой температуры, так как фабрикат должен дать большую или меньшую водоупорность. Клейка при этом часто дает нежелательные пузыри, вызванные испарением части клеевой воды. Пузыри в свою очередь мешают плотному соединению склеиваемых поверхностей, отделяя их одну от другой.

При рассмотрении обработки шпона указывалось, что слишком усиленного удаления влаги следует остерегаться. Предел удаления влаги находится на точке, где древесина начинает становиться ломкой, а это неизбежно связано с увеличением брака. Избыток влаги, проникая через рубашки, порождает также образование на фабрикате пятен.

Все это послужило причиной для попыток использования клея в сухом виде. Сравнительное запоздание этих опытов отчасти объясняется взглядом, опровергнутым только в последнее время, будто схватывание клея есть результат механического соединения; профану доступнее теория, что клей, проникая в поры древесины, образует отростки, соединяющие две поверхности наподобие гвоздей. Однако последние работы Брауна и Дон-Эроуза показывают и доказывают, что в процессе склейки преобладающим и решающим фактором является сила сцепления частиц. При применении сухого клея отсутствует вода, способствующая прониканию в поры древесины отростков клея. Ввиду того что и очень тонкие пленки нового клея дают отличное соединение весьма плотной древесины, с небольшим количеством пор, то надо признать, что взгляд защитников теории силы сцепления получает весьма реальную базу.

В Америке во время мировой войны проведены были опыты по изготовлению из кровяного альбумина тонких пленок. Такие пленки клали между слоями сырого шпона и подвергали давлению в горячих прессах. Склеивались преимущественно тонкие шпоны, толщиной от 0,6 до 0,25 мм ($\frac{1}{40}$ до $\frac{1}{100}$ "), через которые жидкий клей безусловно проступил бы наружу и испортил бы переклейку. Речь шла об авиофанере, и для простых работ этот способ склейки считается слишком сложным. Опыты якобы дали такие же удовлетворительные результаты, как применение жидкого клея при сухом шпоне.

В электротехнической промышленности часто пользуются так называемой бакелитовой бумагой, являющейся результатом пропитки бумаги искусственной смолой, а так как бумага эта обладает превосходными склеивающими свойствами, сделали попытку склеить при помощи нее листы шпона для получения клееной фанеры. Опыт практических результатов не дал, во-первых, потому, что требующиеся для склеивания бакелитовыми пленками давление и температура для производства переклейки слишком высока, кроме того обнаружился крупный недостаток склейки бакелитом, заключающийся в его ломкости и в быстром приглушении режущего такую фанеру инструмента.

Рекомендовали также клеить фанеру холодным способом, пользуясь пленкой из целлюлозы. Но оказалось, что этот способ требует сложной предварительной обработки поверхностей шпона и дает весьма плохое соединение, так что пришлось отказаться также и от него несмотря на то, что при пользовании бакелитовой и целлюлозной пленками склейка получалась водоупорная.

В Германии поступила на рынок сухая клеевая пленка под названием «тегофильм», которая оказалась пригодной и для про-

изводства простой клееной фанеры и для наклеивания шпона из ценных пород.

Так как способ изготовления этой пленки построен на совершенно новом принципе и находится еще в стадии дальнейшей разработки, то пока нет возможности получить точные данные о составных частях этой пленки. Сейчас можно лишь отметить, что пленка — продукт синтетический. Она поставляется на рынок рулонами длиной до 1000 м (3300') и различной, требуемой для производства переклейки ширины. С рулонов пленка срезается кусками и закладывается между отдельными листами шпона в сухом виде. Склеивание производится при минимальной температуре 120—145°. Продолжительность схватывания уменьшается с повышением температуры. Если толщина рубашек или серединок не превышает 1,5 мм ($1/16''$), то клей вполне схватывается за 4—5 мин.; более толстый шпон, приблизительно 3—4 мм ($1/8$ — $5/32''$) толщины, требует для схватывания 10—15 мин. Точно так же, как при склеивании казеином или кровяным альбумином, переклейку можно выгружать из горячего пресса в теплом виде. Шов после схватывания клея абсолютно водонепроницаем и нечувствителен к воде, влажности или водяным парам. Произведенную подобным образом клееную фанеру можно, не рискуя разрушить склейку, увлажнять или же пропаривать, чтобы она легче сгибалась. Этим обеспечивается возможность изготовления гнутой фанеры. Особого внимания заслуживает еще и то обстоятельство, что прочность схватывания этой пленки не зависит от степени влажности склеиваемого шпона. Прочность склейки в сухом состоянии по крайней мере такая же, как и казеинового клея или кровяного альбумина.

Так как пленка дополнительно влагу в фабрикат не вводит, то указанные высокие температуры не приводят к отрицательным явлениям, наблюдаемым при пользовании жидким клеем. Ввиду отсутствия добавочной клеевой влаги нет необходимости высушивать древесину больше 8—12% влагосодержания. В связи с этим понижается также отход от филомов. Так как, по имеющемуся до сих пор опыту, пленка «тего» обладает неограниченной долговечностью, то складывание шпонов для производства клееной фанеры можно производить с необходимой тщательностью, без излишней спешки. Складывание можно производить на любом месте и в любой момент. Распределение рабочих процессов таким образом в данном случае гораздо проще; нужно только следить за тем, чтобы пленка, до того как она ставится под давление, длительное время подвергалась действию температуры выше 40°, а кроме того, чтобы загрузка горячего пресса происходила настолько быстро, чтобы первые уложенные в пресс листы не подвергались слишком продолжительному действию высокой температуры. Следует отметить, что в Европе конструируются приспособления, устраняющие эту опасность путем механической одновременной загрузки всего пресса. Пленка требует лишь одной меры предосторожности — охранения ее от влаги до применения. Впрочем требование это предъявляется при

поставке ко всем остальным сортам клея. В противоположность всем другим сортам склейка посредством пленки «тего» совершенно нечувствительна к бактериям. Она также легко выносит тропический климат¹.

Испытание клея

Научное исследование клея ставит несколько необычную задачу исследования взаимодействия органических и неорганических элементов. Задачу эту приходится разрешать как с помощью физики, так и химии. Уже в 1844 г. Питер Купер выработал нормы оценки животного клея. Но он был фабрикантом клея, и поэтому его методы в известной степени отражали одностороннюю, торговую точку зрения. Тем не менее выработанные им нормы в Америке до сих пор еще признаются мерилом качества клея.

Национальное объединение американских фабрикантов клея также задалось целью установить более высокий стандарт степени схватывания и условий поставки клея. Но они главным образом интересовались производством животного клея, а другие виды оставили почти без внимания.

В Германии разрешением этой задачи занялась Государственная комиссия по условиям поставки и в сотрудничестве с поставщиками и потребителями провела предварительную работу по установлению условий поставки и методов испытания клея. В результате этой работы стандартизованы условия поставки клея из необработанной и дубленой кожи, костей и смешанного клея и выработаны условия поставки и способы испытания молочнокислого казеина, являющегося сырьем для холодного казеинового клея, и других, употребляемых в холодном виде, связующих веществ.

Потребители казеина в других европейских странах также интересуются проделанной в этом направлении работой и готовы ее продолжать. Во всяком случае следовало бы при применении каких-либо видов клея учитывать и использовать уже известные методы испытания до поступления его в производство. Для научно-исследовательской работы тут открывается широкое поле деятельности. Надо полагать, что пленочный клей в этом отношении облегчит задачу, так как легче контролировать действие готового продукта, нежели клея, нуждающегося еще в дальнейшем приготовлении, при котором возможны различные промахи.

Сравнение различных сортов клея

Каждый сорт клея имеет свои достоинства и своих приверженцев. Не существует клея, который превосходил бы все прочие сорта во всех отношениях.

¹ По более поздним данным (Luftfahrtforschung № 2, 1934, стр. 35) пленочный клей «Гедо» представляет собой бумагу (толщ. от 0,05 до 0,1 мм), пропитанную искусственной смолой из крезоль — формальдегида. (А. В.).

Растительные сорта дешевле животного клея. В Америке они широко применяются для венирования и в производстве клееной фанеры, способствуя более удобной обработке клееного ими материала. Растительные клеи дают хорошую ровную склейку и легче наносятся на древесину, чем другие сорта. Исключение составляет может быть казеин. Следует однако оговориться, что растительные клеи уступают пленочному и в отношении нанесения. При правильном изготовлении и нанесении растительный клей обычно дает соединения, отличающиеся большей прочностью, чем самое дерево. Испытания обыкновенно обнаруживают излом древесины, а не расхождение шва. Правда, в Европе придерживаются взгляда, что это отнюдь не всегда доказывает, что склейка крепче дерева. Существуют щелочные сорта клея, понижающие на смазанных клеем поверхностях прочность дерева. Но растительные сорта клея неводоупорны, и их невозможно наносить кистью.

Животный клей известен издавна, лучшие сорта его дороже всех других клеев, за исключением фазы рыбьего, но животный клей — общепризнанное связующее средство для различных целей. Животный клей неводоупорен. Все старания придать ему водоупорность до сих пор ни к чему не привели.

Казеиновые клеи и кровяной альбумин относительно водоупорны. При соблюдении известных условий их можно сделать абсолютно водоупорными. Стоимость их — средняя между животным и растительным клеями. Процесс схватывания казеинового клея и кровяного альбумина связан с довольно сложными манипуляциями, чего нельзя сказать про клеи животный и растительный. В Европе вряд ли найдутся крупные заводы, не оборудованные горячими прессами, хотя стоимость установки их очень велика. Применение пленочного клея пока еще мало распространено: он только недавно появился на рынке. Цена его ниже животного клея и приблизительно равна стоимости высших сортов казеинового клея и кровяного альбумина. Способ применения пленки проще всех известных других способов. От всех других сортов клея пленка отличается тем, что и во влажной среде остается нечувствительной к действию бактерий.

Рецептура клеев, применяемых на фанерных заводах СССР

Ниже приводятся правила изготовления фанерных клеев и рецептура, выработанные центральной лабораторией Фанерного треста СССР.

Качество клеевого сырья

1. Известь для клеев должна доставляться хорошо обожженной. В извести допускается: окиси кальция не меньше 85%, углекислого кальция не больше 4% и нерастворимых в соляной

углекислого кальция не больше 4% и нерастворимых в соляной кислоте остатков не больше 3%. Чем известь быстрее гасится, тем выше ее качество. Гасить ее следует постепенным поливанием ее теплой водой из лейки. Этим достигается равномерное распределение воды и следовательно более равномерное гашение.

Для приготовления клея рекомендуется взвешивать гашеную (пушонку), а не жженую известь. В клей известь вводится в виде известкового молока. Для этого пушонку разбавляют водой в пропорции 1:10.

2. Кровь должна быть темнокрасного цвета без зеленоватого оттенка. Она не должна иметь резкого гнилостного запаха, свидетельствующего о разложении. Консистенция крови должна быть не слишком жидкая. Лучшая кровь имеет удельный вес 1,05 и содержит в себе 19% сухого вещества. Ярко-красный (алый) цвет свидетельствует о более жидкой консистенции и следовательно о худшем качестве.

3. Альбумин по качеству должен соответствовать всем техническим условиям на поставку авто- и авиаматериалов за № 62. Согласно этим условиям альбумин должен иметь растворимых белковых веществ не менее 72%, жира не более 1,5%, влаги не более 17% и золы не больше 5%.

Альбумин хорошего качества обладает запахом аминов (селедочный запах) и не должен иметь неприятного гнилостного запаха.

4. Казеин по качеству должен соответствовать требованиям технических условий на поставку авто- и авиаматериалов за № 64, согласно которым раствор его в буре, нанесенный на стеклянную пластинку, дает однородную просвечивающую пленку. Цвет казеина должен быть светложелтым. Темный цвет казеина говорит о его плохом качестве. Казеин должен состоять из жира не свыше 0,5%, золы не больше 3,5%, влаги не больше 10%. Кислотность казеина должна быть не больше 2,5%.

Если качество альбумина, крови и казеина вызывает сомнения, то для определения пригодности их следует произвести составление пробных клеев, для чего достаточно взять 100—150 г основного материала. При составлении клеев нужно изменять количество извести и воды, а при добавлении извести к альбуминовому и кровяному клеям — и температуру.

Рецепты клея

Рецепты даются, исходя из описанных стандартных качеств сырья. Части понимаются в весовых соотношениях: в граммах или килограммах.

1. Кровяной клей: 10 частей крови, 100 частей воды, 2 части негашеной извести или 2,6 части пушонки по весу крови.

Способ приготовления: кровь разбавляют водой, но не полным количеством, а частью (остальную часть вводят вместе с известью). Смесь подогревают до 26—28°. Помещивая смесь,

добавляют известь в виде известкового молока. Помешивание надо продолжать до начала загустевания (признак образования клея).

2. Альбуминовый клей: 100 частей альбумина, 900 частей воды, извести негашеной 7 частей или пушонки 10 частей.

Способ приготовления при альбумине кристаллическом: альбумин в измельченном виде замачивают приблизительно в половинном количестве воды (т. е. в 400—500 частях) в течение 1,5—2 час. После этого добавляют остальную воду. Всю смесь подогревают до 26—28° и, помешивая ее, добавляют к ней известь в виде известкового молока. Помешивание надо, после добавления извести, продолжать до начала загустевания.

Способ приготовления при альбумине пылевидном: так как пылевидный альбумин при смешивании с водой вследствие легкости частичек сильно пенится, что мешает работе и понижает склеивающую способность, то во избежание этого следует, всыпав альбумин в небольшое количество воды (100—150 частей), размешивать до однородной кашеобразной консистенции. Когда масса станет совершенно однородной, прибавлять остальную воду и известь (известковое молоко) при ючении медленным помешиванием (20—25 оборотов в клеемешалке) и помешивать до начала загустевания.

3. Казеиновый клей: 100 частей казеина, 600 частей воды, негашеной извести 15 частей или пушонки 20 частей. Казеин предварительно замачивают в течение 1—1,5 час. в половинном количестве (т. е. в 300—350 частях) воды. Затем добавляют, при помешивании, известь в виде холодного известкового молока, причем предварительно добавляют остальную воду (до 600 частей за вычетом количества воды, ушедшей на разбавление извести).

Размешивание с известью ведется недолго, лишь до получения однородной массы в виде сметаны (признак образования клея).

Примечание 1. Для клеев, требующих подогревания до определенной температуры, следует вести подогревание не непосредственно острым паром, при котором может произойти местное свертывание белка, влекущее потерю клеящих веществ, а постепенно либо разбавляя их теплой водой, либо впуская теплую воду в наружные рубашки клеемешалки, если таковые имеются.

Примечание 2. Клей следует готовить только на рабочий день (смену) и не больше, так как при более продолжительном стоянии он загустевает и становится негодным к дальнейшему употреблению.

Примечание 3. Посуду для приготовления клея нужно содержать в чистоте. Остатки застывшего клея должны быть тщательно удалены.

Примечание 4. В помещении, где готовится клей, должна быть вывешена таблица весовых ингредиентов, входящих в клей, для разных случаев приготовления.

Рецепты клеев, применяемых на различных фанерных заводах СССР, весьма разнообразны. В табл. 58, 59, 60 и 61 приводятся сводные таблицы этих рецептов отдельно по различным клеям.

Альбуминовые клен

Таблица 58

№ по пор.	Наименование заводов	Альбу-мин	Вода	Негашен. известь	Древ. опилки	Темпер. воды (в° Ц)	Всего
1	Ленинградский	100	900	7,5	—	—	1 007,5
	в %	9,92	89,33	0,75	—	—	100
2	Усть-Ижорский	100	1 261,5	9,23	—	—	1 370,7
	в %	7,30	92,03	0,67	—	—	100
3	Костромской	100	800	11	—	20—25	911
	в %	10,98	87,81	1,21	—	—	100
4	Нелидовский	100	1 221	10,37	—	30	1 331,3
	в %	7,51	91,71	0,78	—	—	100
5	Новомилятинский	100	1 074	10	—	20	1 184
	в %	8,45	80,71	0,84	—	—	100
6	„Звезда“, ст. Капцевичи	100	1 000	14,3	—	30	1 114,3
	в %	8,97	89,74	1,28	—	—	100
7	„Кр. Октябрь“, ст. Мозырь	100	1 000	7,5	—	26—28	1 107,5
	в %	9,03	90,3	0,67	—	—	100
8	Им. Томского, г. Бобруйск	100	1 108	10	—	30—33	1 218
	в %	8,21	90,97	0,82	—	—	100
9	Поволжский	100	800	10	—	—	910
	в %	10,99	87,91	1,1	—	—	100
10	Смоленский	100	906,2	12,5	25	22—24	1 043,7
	в %	9,58	86,82	1,20	2,40	—	100
11	Мантуровский	100	933,3	11,11	—	28	1 044,4
	в %	9,57	89,36	1,07	—	—	100
	Максимум в %	10,99	92,03	1,28	—	33	—
	Минимум в %	7,30	86,82	0,67	—	18	—

Казеиновые клен

Таблица 59

№ по пор.	Наименование заводов	Казеин	Вода	Известь	Жидкое стекло	Цемент	Древесн. пыль	Температура воды	Всего
1	Ленинградский а)	100	600	20	—	—	—	—	720
	в %	13,88	83,33	2,79	—	—	—	—	100
	б)	100	600	20	—	14	—	—	734
	в %	13,62	81,74	2,7	—	1,94	—	—	100
	в)	100	600	20	7,5	—	—	—	727,5
	в %	13,74	82,47	2,75	1,04	—	—	—	100
2	Усть-Ижорский	100	800	10	—	—	—	—	910
	в %	10,99	87,92	1,09	—	—	—	—	100
3	Костромской а)	100	500	30	—	—	—	—	635
	в %	15,75	78,74	4,73	—	—	5	—	100
	б)	100	500	16,6	3	—	0,78	—	624,9
	в %	16,00	80,00	2,67	8,33	—	—	—	100
4	„Звезда“, ст. Капцевичи	100	350	16,6	—	—	—	—	666,6
	в %	15,00	82,50	2,50	—	—	—	—	100
5	„Кр. Октябрь“, Мозырь	100	900	7,5	—	—	—	—	1 007,5
	в %	9,93	89,33	0,74	—	—	—	20	100

№ по пор.	Наименование заводов	Казеин	Вода	Известь	Жидкое стекло	Цемент	Древесн. пыль	Температура воды	Всего
6	Парфинский а)	100	500	14,8	2,4	9,7	—	20	628,7
	в %	15,90	79,53	2,32	0,35	1,57	—	—	100
	б)	100	500	0	3	—	—	—	628
	в %	16,05	80,26	3,21	0,48	—	—	—	100
7	Поволжский а)	100	650	15	—	—	—	—	765
	в %	13,07	84,96	1,97	—	—	—	—	100
	б)	100	483,75	20	20	—	—	—	622,75
	в %	16,03	77,55	3,21	3,21	—	—	—	100
8	Мантуровский	100	595,2	14,28	—	—	—	—	709,48
	в %	14,09	83,89	2,02	—	—	—	—	100
	Максимум в %	16,05	89,33	4,73	3,21	1,94	—	—	—
	Минимум в %	9,93	77,55	0,74	0,38	1,54	—	—	—

Альбумино-казеиновые клен

Таблица 60

№ по пор.	Заводы	Альбумин	Казеин	Вода	Известь	Жидкое стекло	Цемент	Древесная пыль	Температура воды в °C	Всего
1	Ленинградск.	100	100	1300	20	—	—	—	20	1520
	в %	6,58	6,58	85,52	1,32	—	—	—	—	100
2	Усть-Ижорск.	100	27,27	15,18	7,5	—	—	—	80	1658,01
	в %	6,07	1,35	92,11	4,5	—	—	—	—	100
3	Костромской а)	100	75	1275	20	—	—	—	—	1470
	в %	6,8	5,11	86,73	1,36	—	—	—	—	100
	б)	100	15,6	890	12,5	0,29	3	—	—	1024,1
	в %	9,76	1,52	86,92	1,22	—	0,29	—	—	100
4	Н.-Мягитинск.	100	125	1690,6	18,7	—	—	—	—	1934,30
	в %	5,17	6,46	87,40	0,97	—	—	—	—	100
5	Нелидовский	100	14,95	962,5	7,31	—	—	—	28	1084,76
	в %	9,22	1,38	88,73	0,67	—	—	—	—	100
6	„Звезда“, ст. Кап- цевич	100	266	2233,2	28,1	—	—	—	—	2627,3
	в %	3,81	10,12	84,99	1,08	—	—	—	—	100
7	Им. Томского, г. Бобруйск.	100	100	825	4	—	—	—	—	1029
	в %	9,71	9,71	80,17	0,39	—	—	—	—	100
8	Парфинский	100	100	1300	20	—	—	20	—	1540
	в %	6,49	6,49	84,42	1,30	—	—	1,30	—	100
9	Поволжский	100	538,46	2976,1	107,7	769,2	—	—	—	4491,46
	в %	2,23	11,99	66,26	2,40	17,12	—	—	—	100
10	Смоленский а)	100	12,5	937,5	25	—	—	25	—	1100
	в %	9,09	1,14	85,23	2,27	—	—	2,27	—	100
	б)	100	28,12	873	18,0	15	—	—	22	1080,62
	в %	9,76	2,60	84,27	1,70	1,39	—	—	—	100
11	Старорусский	100	42,37	910	11,43	3,84	—	7,69	15—16	1075,33
	в %	9,30	3,94	84,62	1,06	0,35	—	0,73	—	100
	Максимум в %	9,76	11,99	92,11	7,32	17,12	—	—	30	—
	Минимум в %	3,81	1,14	86,26	1,7	0,29	—	—	15	—

Кровяные клеи

№ по р.	Заводы	Кровь	Вода	Известь	Казеин	Температура воды (в °С)	Всего
1	Ленинградск. . .	100	120	2,5	—	28—30	222,5
	в %	44,94	53,93	1,13	—	—	100
2	Усть-Ижорск. . .	100	150	1,66	—	30	251,66
	в %	39,75	59,61	0,66	—	—	100
3	Н.-Милитинск. . .	100	11,38	4	—	24	217,8
	в %	45,91	52,25	1,84	—	—	100
4	„Звезда“, ст. Капцевичи	100	166	3,3	—	30	269,3
	в %	37,13	61,64	1,225	—	—	100
5	„Кр. Октябрь“, ст. Мозырь	100	200	1,2	—	—	301,2
	в %	33,2	66,4	0,4	—	—	100
6	Им. Томского, г. Бобруйск . . .	100	200	3,7	—	—	303,7
	в %	82,92	65,85	1,21	—	—	100
7	Парфинский . . .	100,7	150,16	2,05	—	28	252,21
	в %	39,65	59,54	0,81	—	—	100
8	Поволжский . . .	100	75	2	—	—	177
	в %	56,50	42,37	1,18	—	—	100
9	Старорусский . .	100	200	2,5	38	—	333,5
	в %	29,8	59,6	0,74	9,86	—	100
10	Мантуровский . .	100	80	3,2	—	23	183,3
	в %	54,58	43,69	1,73	—	—	100
	Максимум в % . .	56,5	66,4	1,84	—	—	—
	Минимум в % . .	29,8	42,37	0,40	—	—	—

Машины для приготовления клея и клеешалки

Животный клей в небольших количествах распускают в любой посуде. Другие сорта клеевых веществ и большое количество животного клея требуют специальных механических мешалок.

Мешалки для растительного клея. В Америке растительный клей применяют главным образом для производства клееной фанеры и венировок и поэтому приготавливают в машинах большой емкости, приблизительно от 227 до 681 л. В стадии приготовления клей этот довольно густой, так что для основательного размешивания требуется весьма прочная клеешалка (рис. 179). Она делает 50—60 оборотов в минуту, и потребляет значительную энергию. Кожух отапливается паром, охлаждается водой и снабжается сливом. Температуру находящегося в обработке клея измеряют специальным термометром. Машину для приготовления клея чаще всего устанавливают на галлерее, устроенной над клеевыми вальцами, куда клей по мере надобности передается по специальному трубопроводу. Разумеется, устраиваются еще и приспособления для поднимания тяжелых мешков и бочек, а также весы для взвешивания сухих веществ и жидкостей.

Мешалки для животного клея. Эти мешалки также имеют кожух и отапливаются паром, газом, маслом или электричеством. Обычно достаточно одной мешальной лопатки. Для предупреждения испарения или перелива котел целесообразно снабдить крышкой. Термометры следует вмонтировать таким образом, чтобы они указывали температуру клея, а не кожуха. Температура ни в коем случае не должна превышать 60°. Скорость лопаток не должна превышать 25—30 оборотов в минуту.

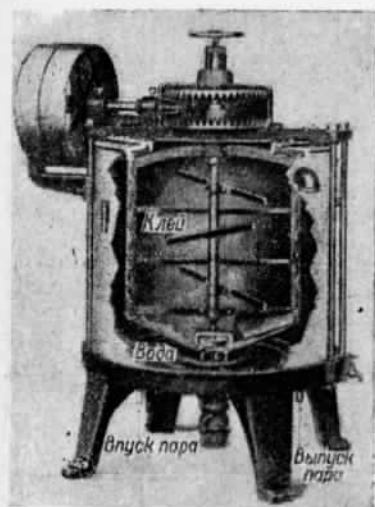


Рис. 179. Американский миксер с водяной, нагреваемой паром баней, пригодный как для растительного, так и для казеинового клея

Во время приготовления клея прерывать размешивание не следует.

Мешалка для казеинового клея. Тип этих мешалок схож с мешалкой для растительного клея, но число оборотов лопатки доводят до 100—110 в минуту, так как казеин требует более энергичного размешивания. Кожух для такой клеемешалки не требуется, но необходимы приспособления для подъема мешков с сырьем и взвешивания отдельных ингредиентов. Эти мешалки обыкновенно также устанавливают над клеевыми вальцами. Некоторые фанерные заводы конструируют свои мешалки с несколькими скоростями, чтобы ими можно было пользоваться и для растительного клея. В этом случае машины снабжают отопительными и охлаждающими приспособлениями. Часто для различных целей пользуются различными сортами клея. В клеемешалке не должно быть

деталей из бронзы, меди и алюминия.

Мешалки для кровяного альбумина. Во избежание образования пены клей этот следует мешать осторожно и слегка. Поэтому выбирают баки вращающегося или качающегося типа. Кровяной альбумин замешивают в холодном виде.

При всех этих сортах клея необходимы точные приборы для взвешивания отдельных составных частей. Реакции различных химических веществ могут иногда быть самыми неожиданными, поэтому целесообразнее всего точно придерживаться предписаний поставщиков клея. Но при некотором опыте нетрудно добиться правильного приготовления.

Применение пленочного клея

Так как пленка поступает в торговлю в готовом виде, способ ее применения самый несложный. Необходимо строго соблюдать хранение ее в сухом состоянии. Перед употреблением она не

должна подвергаться действию температуры, превышающей 40° . Пленочный клей всегда пригоден к немедленному употреблению. Если почему-либо от пленки получается отпад, то слегка смачивают его углы, склеивая отпад в более крупные куски, которые без остатка пускают в дело.

Никогда не следует пользоваться клеем, связующая сила которого сомнительна. Сотни квадратных метров испорченной фанеры могут дать больший ущерб, чем убыток от некоторого количества ненадежного клея.

Клеевые вальцы

Некоторые из описанных клеев можно наносить вручную при помощи кистей. При венировании более крупных поверхностей и производстве клееной фанеры этот метод удовлетворительных результатов не дает.

Механические станки для нанесения клея (рис. 180) состоят из рифленых вдоль или поперек вальцов, к которым пристроен

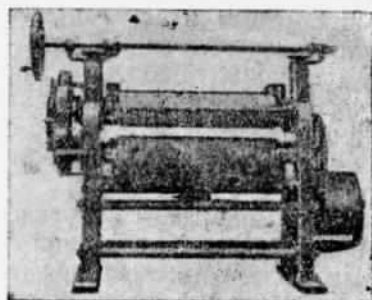
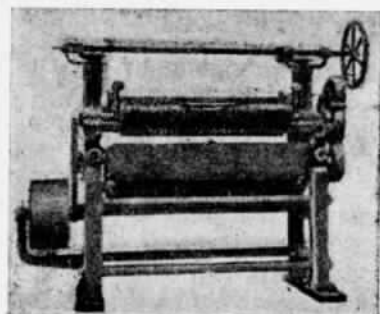


Рис. 180. Клеевые вальцы

ящик для клея. Количество наносимого клея регулируется зазором между валиками и вертикальным давлением верхнего вальца. Станок снабжен приспособлением для регулирования зазора между вальцами в зависимости от толщины склеиваемого листа фанеры. Для предупреждения закручивания листов фанеры вокруг вальцов последние снабжены специальными металлическими пальцами. Если вальцы работают на животном клее, резервуары для клея снабжают отопительными приспособлениями, допускающими сохранение температуры в 60° .

Относительно глубины бороздок на вальцах мнения расходятся. В Америке хорошие результаты дали вальцы с продольным рифлением. Бороздки наносят шириной около 1,06 мм ($1/24''$), причем на каждый дюйм приходится 12 бороздок. Глубина их примерно 0,8 мм ($1/32''$).

Другой станок с клеевыми вальцами имеет на каждый дюйм 12 продольных бороздок шириной в 1,5 мм ($1/16''$) и глубиной в 0,8 мм ($1/32''$).

Для нанесения животного клея в Америке применяют клеевые вальцы с четырьмя продольными бороздками на каждый дюйм глубиной в 1,25 мм ($1/20''$).

Все без исключения клеевые вальцы всегда снабжаются бороздками. Необходимо однако помнить, что рифление должно соответствовать данной консистенции клея и виду склейки. Только при соблюдении этого условия клей будет равномерно распределяться на склеиваемых поверхностях.

Не имеет смысла делать бороздки слишком глубокими, так как назначение их — забрать лишь ровно столько клея, сколько необходимо для проходящей через вальцы части древесины. В Германии были проведены опыты, показавшие, что казеиновый клей обычной консистенции требует вальцов, рифленых вдоль оси, с бороздками шириной в 3,1 мм ($1/8''$) и расстоянием между бороздками в 2,9 мм (0,115"). Глубина бороздок верхнего вальца 0,4 мм (0,016"), нижнего 0,5 мм (0,02").

Иногда применяют и вальцы с поперечным или с перекрещивающимся рифлением.

Рабочие, обслуживающие клеевые вальцы и работающие с едкими сортами клея, должны работать в предохранительных перчатках.

По окончании работы пальцы основательно очищают от частиц клея.

Были попытки найти новые способы нанесения клея, например путем разбрызгивания, но эти способы удовлетворительных результатов не дали.

Попытка пристроить за клеевым вальцом мягкие щетки для равномерного распределения клея также кончилась неудачей, так как щетки быстро загрязнялись и затвердевали.

При применении пленочного клея приспособления для нанесения клеевых веществ излишни.

СКЛЕЙКА ШПОНА ПОД ДАВЛЕНИЕМ

Способы склейки шпона, применяемые в древности

В одном из своих трудов английский археолог Гарднер Вилькенсон, приводя снимок, переданный на рис. 176, говорит:

«Искусство венирования видно по скульптуре, найденной при раскопках древнеегипетского города Фивы. Там ясно изображено покрытие куском красноватого дерева редкой породы желтой доски, повидимому из сикаморы или другой простой породы. Более низкое качество желтой древесины видно по той небрежности, с какой рабочий оставил топор в деревянной колоде. Около него видны инструменты и небольшой ларец, украшенные фанерой различной окраски».

В том же труде говорится, что древние египтяне занимались не только венированием, но и имитацией. Дереву простой породы придавали вид ценной. По этому поводу автор рассказывает следующее:

«Сосуды, стулья, столы, диваны и другая мебель часто изготовлялись из черного дерева с инкрустациями из слоновой кости. Сикамора и акация покрывались тремя слоями фанеры и украшались инкрустацией из ценных пород и резьбой. Эта мода имела такой успех, что вызвала подражание путем раскрашивания простой древесины под иностранную ценную породу,— мода, сохранившаяся и по нынешний день».

К сожалению в истории встречается мало источников о методах и инструментах, применявшихся в фанерном искусстве того времени. Как известно, до второй половины XIX в. в обработке дерева не применялись механические средства. Даже данные XVII и XVIII вв. и первой половины XIX в. показывают, что все зависело от ловкости и квалификации мастера.

Современные методы

Клееная фанера, состоящая из пяти слоев, несомненно представляет достижение современного мастерства. Мы бы сказали, что она специфически американского происхождения¹. (Считаем

¹ Эти рассуждения вызывают у европейца возражения, так как они основываются исключительно на американской точке зрения. Передаются они здесь по той причине, что основой настоящего труда служат именно американские принципы, и цель его—изложение американских взглядов.

нужным отметить, что кто знаком с историей развития европейской фанерной промышленности, тому известно, что и пятислойная переклейка не американского происхождения, а развивалась в России и других европейских странах независимо от Америки и вероятно раньше, чем там. При этом нужно еще принимать в расчет, что то, что в Америке называется пятислойной переклейкой, в Европе считается фанерой трехслойной, на переднюю сторону которой наклеен шпон из ценной породы, а на заднюю — уравнивающий слой более низкого качества.)

Процессы обработки клееной фанеры и ее отдельные конструктивные части являются буквально откровением. Посетитель одного из крупных американских заводов высказал по этому поводу следующее:

«Я представления не имел о тщательности и осторожности, проявляемых американскими заводами при производстве клееной фанеры. Изготовление фанеры основывается на точнейшем серийном отношении к работе и на применении новых научных достижений в производственных методах. Древесина внешних слоев по красоте окраски и рисунка являет собой редчайшие и драгоценнейшие сокровища леса. Эти внешние слои при пятислойной переклейке имеют параллельное к волокнам серединки направление, между тем, как для усиления прочности переклейки и в качестве элемента сопротивления напряжениям служат два слоя шпонов, со своей стороны являющиеся связующим звеном между прочностью и красотой.

Массивное дерево раскалывается по волокнам, — так было всегда, и этому ничем нельзя помочь. Клееная фанера не может раскалываться, — она бронирована благодаря своим внутренним шпонам и сдерживается склейкой, внутренние же шпоны, со своей стороны, прочно соединены с серединкой. Другими словами, клееная фанера является конструкцией, обеспечивающей древесине сопротивляемость той неустойчивости, которая характерна для древесины массивной. Уничтожена возможность коробления и скручивания или других изменений, так как все слои стали единством».

Американские методы

Хранение на складе готового для склейки шпона. Шпон обычно хранят в сухом помещении, вблизи помещения для клеевых прессов. При крупных и сложных заказах требуется рациональное использование сырья и точный производственный контроль, чтобы при выполнении заказа имелось наготове достаточное количество шпона соответствующего качества, т. е. на каждые 100 пятислойных стеллярных плит должны быть в наличии по 100 лицевых и задних рубашек, 200 внутренних шпонов и 100 серединок с учетом известного припуска на обрезку, исчисляемого примерно в 5%.

Наибольшие трудности представляет заготовление верхних рубашек, так как всегда может случиться, что из выбранных для

длинного заказа сегментов древесины получится слишком мало шпона. Поэтому сегменты приходится заготавливать к некоторым запасом. Передние и нижние рубашки, внутренние шпоны и серединки заготавливаются не только по количеству, — не менее важно также качество сырья и подбор рисунков.

Готовый к склеиванию шпон штабелюют в сухих складочных помещениях. Штабелевка должна быть равномерной, а температура склада 21—32°. Перед склейкой шпон целесообразно дополнительно высушить до 4—5% влагосодержания.

Лицевой шпон при складывании штабеля чередуется с задней рубашкой. Их отделяют друг от друга прокладками или же просто листами бумаги, чтобы смежные шпоны не склеивались могущим проникнуть через рубашку клеем. Иногда в качестве прокладок пользуются промасленными дощечками или же газетной макулатурой.

Если речь идет о панелях для внутренней отделки помещений или о производстве клееной фанеры нормальных размеров, то необходимо иметь про запас известное количество серединнок, внутренних шпонов и лицевых и задних рубашек, из которых, смотря по надобности, можно изготовить переклейку различной толщины и размеров. Во всяком случае весь шпон во избежание путаницы снабжают точными отметками независимо от того, предусматривается ли производство переклейки специальных или стандартных размеров.

Составление фанеры. Прессовой, или, как его иногда называют, клеевой цех всегда развивает особенно оживленную деятельность. Каждое движение тут точно рассчитано, и задержка в загрузке прессов материалом может привести к недостаточному схватыванию клея.

При производстве щита-пятислойки внутренний шпон пропускают через клеевые вальцы, изображенные на рис. 181. На обе стороны листа наносят по возможности ровный слой клея, для того чтобы одна сторона плотно соединялась с серединкой, а другая — с лицевой или задней рубашкой. Выходящие из клеевых вальцов шпоны тщательно укладывают в правильное положение. Укладчики обычно носят перчатки для защиты от действия содержащихся в клее щелочей. При употреблении некоторых растительных клеев перчатки считаются лишними.

Другие рабочие кладут сухие серединки и по одной сухой передней и задней рубашке на внутренний шпон, затем следует еще один двусторонне смазанный внутренний шпон и т. д., пока не получается пакет согласно рис. 182.

При производстве трехслойных панелей средний слой, независимо от того, изготовлен ли он из пиленого леса или из шпона, пропускают через клеевые вальцы и покрывают слоем клея с обеих сторон. В остальном рабочий процесс точно такой же, как для пятислойной переклейки.

На некоторых заводах для производства пятислойной фанеры сначала склеивают трехслойную конструкцию из серединки и двух переклеивающих ее шпонов. После этого такую трехслой-

ную плиту обрабатывают как серединку новой конструкции, и в результате получается пятислойная переклейка. При этом необходимо следить, чтобы при второй склейке не пострадала первая. Отмечаем, что европейская промышленность во избежание этой опасности пользуется другими путями, широко применяя водоупорную склейку.

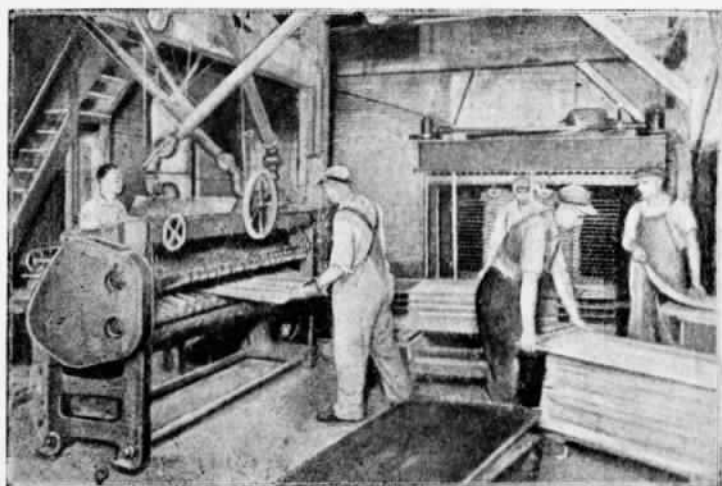


Рис. 181. Слева клеевые вальцы. На заднем плане—гидравлический пресс

Наиболее удобно изготовлять размеры $610 \text{ мм} \times 1219 \text{ мм}$ ($2' \times 4'$), так как опыт показал, что производительность труда, согласованно работающего обслуживающего персонала при изготовлении плит этого размера максимальна. Небольшие размеры обычно кладут в пресс одновременно по 2, 3 или 4, чем достигается лучшее использование установки. Выработка плит размером больше среднего затруднительна и понижает темп работы.

Старший укладчик должен очень внимательно следить, чтобы все листы были в ней в должном порядке, чтобы швы, склеенные бумагой, не наезжали один на другой и не раздвигались и чтобы было равномерно распределено по всей поверхности достаточное количество клея. Он несет ответственность за правильное складывание прокладок, за подходящую для данного пресса высоту каждой стопки и за своевременную загрузку пресса до затвердевания клея.

И рубашки и внутренние шпоны следует по возможности наклеивать на серединку сердцевинной стороной, чтобы менее обнаруживать трещины, а также для лучшего скрепления их клеем. Поверхность наружной стороны шпона всегда плотнее. Правда, при симметрично уложенных рубашках в смежных листах шпона такое расположение соблюсти невозможно.

Сфугованные и склеенные бумажными полосами рубашки ук-

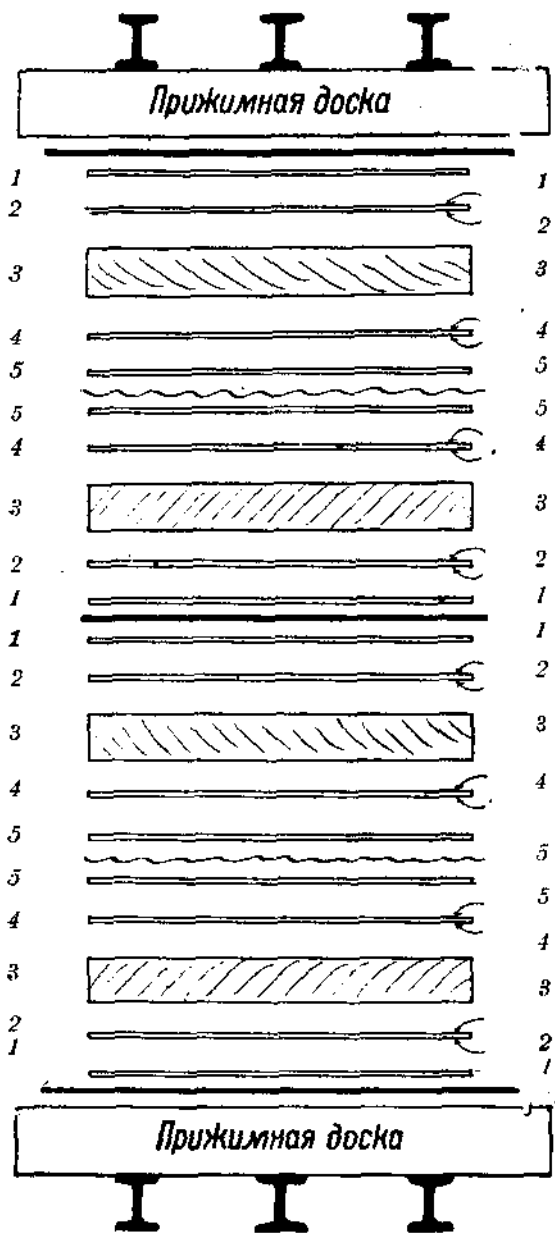


Рис. 182. Схема расположения отдельных слоев в готовом для прессовки штабеле

1. Лицевая рубашка.
2. Внутренний шпон.
3. Середина.
4. Внутренний шпон.
5. Задняя рубашка.

ладывают таким образом, чтобы бумажная полоса лежала снаружи и удалялась циклей или шкуркой. Фугованные и склеенные бумажной полосой внутренние шпоны кладут бумажной полосой к серединке, что гарантирует от могущих возникнуть на поверхности готового изделия дефектов склейки.

Если для производства клееной фанеры применяют животный клей, то в клеевых вальцах надо поддерживать надлежащую температуру, а серединки шпона перед склеиванием подогревают. Температуру помещения для склейки надо по возможности поддерживать около 38°.

Прокладки. В качестве прокладок употребляют большие листы из металла, вулканизированной фибры или дерева; их кладут между рубашками (рис. 182). Назначение их — удерживать уложенные слои в плоском положении и предупреждать дефекты, могущие произойти от склеивания сложенных пачками плит. Некоторые специалисты рекомендуют алюминиевые прокладки ввиду их тонкости и легкости, а также из-за того, что клей не так легко пристаёт к их гладкой поверхности. Другие предпочитают прокладки из вулканизированной фибры толщиной около 6,4 мм ($1/4$ "). Фибровые прокладки для предупреждения пристаивания клея смазывают жиром или воском. Чаще всего однако употребляют прокладки деревянные. У металлических прокладок имеется тот недостаток, что они легко повреждают поверхность товара. Неровности поверхности металлической плиты вызывают соответствующие неровности на прилегающей поверхности фанеры. Прокладки фибровые слишком легко поддаются короблению и сворачиванию. Деревянными прокладкам это явление присуще в меньшей степени. Некоторые производственники помимо этого в деревянных прокладках видят то преимущество, что они обладают свойством впитывать проникающую через рубашку влагу, способствуя этим надлежащему высыханию и сгущению клея. Необходимо разумеется тщательно следить за чистотой и ровностью прокладок, так как все неровности до схватывания клея безусловно передаются на рубашки.

В отношении способов применения этих прокладок взгляды также расходятся. Некоторые утверждают, что серединки изготовлены с такой точностью, что весь штабель товара получается абсолютно плоским и ровным, другие, наоборот, уверяют, что переклейку необходимо снабжать прокладками с обеих сторон (рис. 182). Несомненно второй путь наиболее правильный, и лучшие сорта переклейки получаются именно по этому методу. Надо однако отметить связанное с этим способом повышение расходов, так как в пакете одинаковой высоты одновременно помещается меньшее количество фабриката. До тех пор пока в производстве переклейки в большом масштабе применялся животный клей, прокладки клали с обеих сторон листа переклейки, причем они подогревались до температуры, способствующей схватыванию животного клея. С другой стороны, учитывалось, что слишком сильно подогретая прокладка вредит фанере и помимо этого неудобна для употребления. На европейских мебельных

фабриках и в столярных мастерских. Описанный здесь метод применяется для наклеивания шпона из ценной породы на готовую переклейку. Для этой цели пользуются металлическими прокладками, так как в подавляющем большинстве случаев применяется животный клей, отличающийся исключительной силой схватывания. Эти прокладки подогревают в печах, отапливаемых паром, газом или электричеством. Конструкция товара та же, что на рис. 182, с той лишь разницей, что серединки и внутренние шпички уже склеены в одно целое.

За последнее время все чаще начинают применять алюминиевые прокладки, тем более, что найден способ обработки их поверхности, делающий их невосприимчивыми к клею.

Натяжные болты. Перед складыванием отдельных склеиваемых в фанеру слоев на тележку на ней укрепляют прижимную доску толщиной в 76—100 мм (3—4"), размеры которой обычно немного больше склеиваемых плит с расположенными под ними двутавровыми железными шинами, как изображено на рис. 182. Эта нижняя прижимная доска служит упором для находящейся под давлением пачки фанеры. Такую же доску с расположенными сверху профилями укрепляют в качестве верхней опоры сверху готовой пачки (рис. 182). Обе эти доски с профильным железом предназначены для передачи штабелю давления от гидравлического пресса после того, как на выступающие концы двутавров наложены стяжные болты. Эти болты снимаются лишь по истечении суток. Их снимают даже и в том случае, если отдельные плиты еще недостаточно просохли. Прижимные доски, собственно говоря, не что иное, как чрезвычайно толстые прокладки. Их обычно изготовляют из пятислойного щита. Прижимные доски должны быть достаточно массивны, чтобы при давлении не прогибаться.

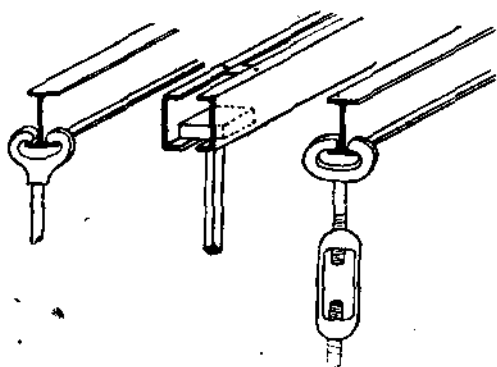


Рис. 183. Различные типы стяжных болтов

Различные типы употребительных натяжных болтов показаны на рис. 183.

Натягивание болтов следует производить по возможности равномерно, для поддержания возможно более равномерного давления по всей поверхности пачки.

В Европе при холодной склейке применяют аналогичного или похожего типа натяжные болты. Относится это и к производством, пользующимся животным клеем и горячими плитами, но не располагающим достаточным количеством прессов.

Американские фанерные прессы

В Америке различают три типа прессов: ручные прессы различной конструкции, шпиндельный пресс с механическим приводом и пресс гидравлический.

Ручные прессы довольно широко применяются еще в небольших мастерских, но встречаются также и на более крупных производствах для выполнения специальных работ, для которых приобретение механического или гидравлического прессы оказалось

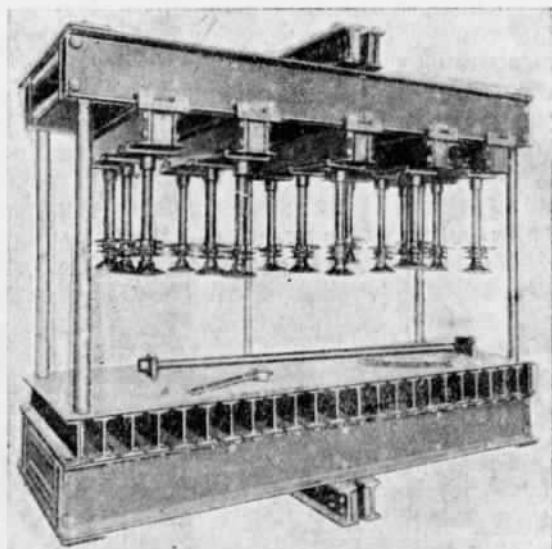


Рис. 184. Ручной пресс для переклейки с многочисленными отдельными шпинделями

бы нерентабельным. Помимо этого они служат для изготовления переклейки неправильной формы, не помещающейся в прессы нормального размера. Пресс такого типа показан на рис. 184.

Механический шпиндельный пресс приведен на рис. 185 и 186. В первой конструкции шпинделя установлены с обеих сторон прессы. Большей частью они приводятся в движение электромоторами и опускают вниз верхнюю балку, прочно соединенную с гайками шпинделей. В конструкции рис. 186 шпиндель, приводимый в действие механически или электричеством, расположен горизонтально и снабжен левой и правой винтовой нарезкой. При сжатии гайки сдвигаются, чем приводится в движение система коленчатых рычагов, опирающаяся на прочный упор и опускающая головку прессы. На рис. 186 видны только что загруженный штабель и начало процесса сжатия. Натяжные болты еще не наложены.

Несмотря на достигаемые этими прессами довольно хорошие результаты, все же при высоком давлении не получается необхо-

димой равномерности сжатия, а прежде всего нет возможности точно регулировать давление на каждый квадратный сантиметр плоскости пресса.

Гидравлический пресс является сравнительно новой формой фанерных прессов, обеспечивающей равномерное давление. В нем предусмотрено столько цилиндров, сколько нужно для достижения равномерного давления, но прежде всего этот пресс дает возможность произвести необходимое для склейки давление. Между давлением на поршень цилиндров и давлением, необходимым для склейки, существует весьма просто исчисляемое соотношение.

Верхняя плита гидравлического пресса соединена четырьмя крепкими угловыми колонками с основанием, на которое опираются цилиндры (рис. 187). Во время мировой войны для специальных задач изготовляли пресса со многими цилиндрами, из которых каждый приводился в действие отдельно от других. В общем эти пресса действуют нижним давлением, т. е. в противоположность к описанным выше прессам верхняя часть пресса не опускается, а наоборот, нижняя его часть приближается к верхней. На некоторых новых установках пользуются также так

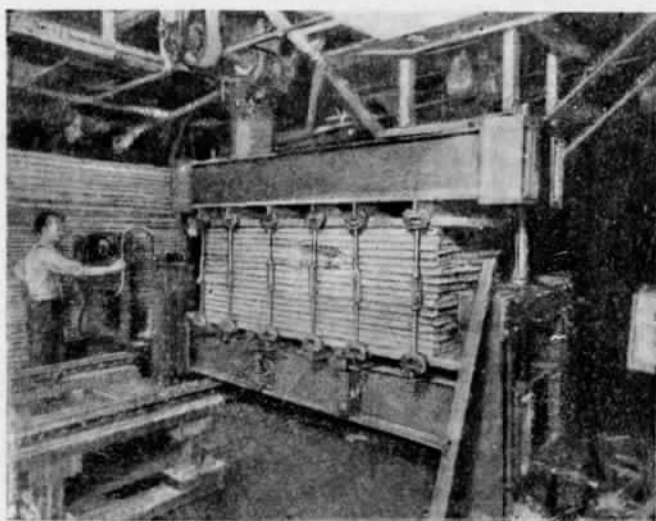


Рис. 185. Цилиндрический пресс прямого действия с электрическим проводом

называемыми комбинированными двойного действия прессами, в которых нижняя часть приводится в движение гидравлическими цилиндрами, между тем как верхняя посредством зубчатых передач подвигается к низу или кверху. Пресса этого типа применяют в случаях, когда в пресс поступают штабеля различной высоты и без прокладок, необходимых при прессовке небольших пачек фанеры для регулирования нормальной высоты штабеля (рис. 181).

Готовые пакеты с верхними и нижними прижимными досками и двутавровыми шинами обычно подводятся к гидравлическому прессу на небольших транспортных тележках, вдвигаемых в пресс. Затем приводится в действие гидравлический насос. Опирающийся на поршень стол пресса подымается. С помощью приложенной к каждому прессу диаграммы по манометру устанавливают, какое

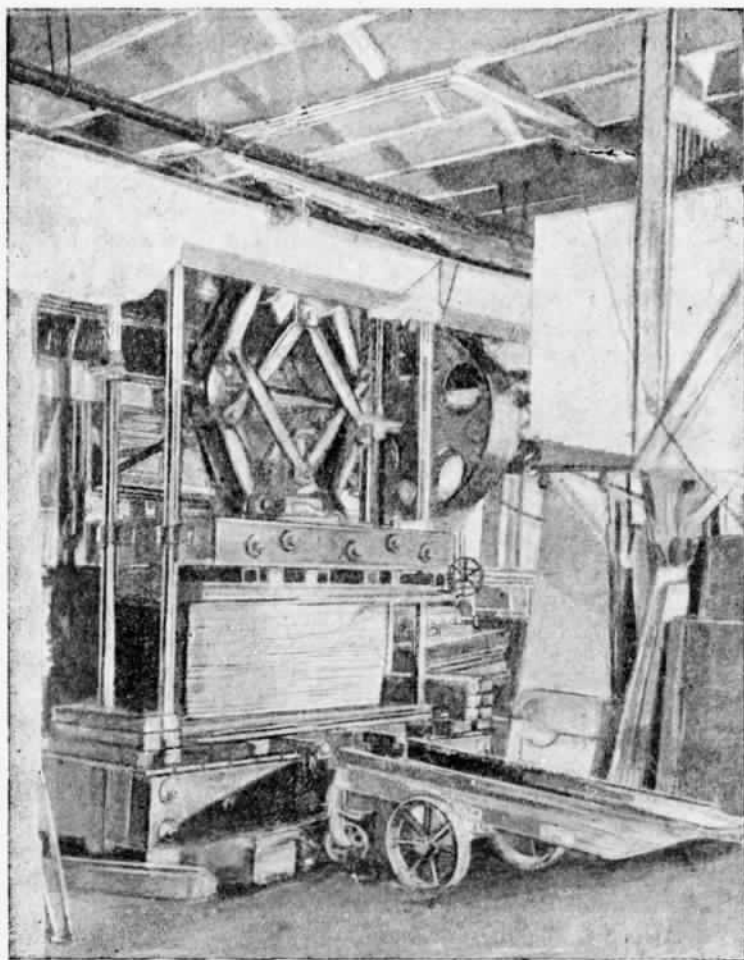


Рис. 186. Пресс с коленчатыми шпинделями

водяное давление в цилиндре соответствует необходимому для склейки сжатия. Как видно на рис. 183, по достижении этого давления натяжные болты накладывают на шины и натягивают. Давление пресса ослабляется, и штабель остается под давлением натянутых болтов. Его выгружают из пресса и посредством тележек или кранов транспортируют в специальное помещение

с целесообразно отрегулированной степенью влажности воздуха и температурой. Штабеля остаются там под давлением до следующего дня. Обычно из склеенных швов фанеры выступает значительное количество клея. Клей этот удаляют еще до снятия с пачки натяжных болтов.

Прижимные доски и прокладки перед дальнейшим употреблением надлежит тщательно очищать, так как оставленные на прокладках присохшие частички клея пачкают внешние шпоны.

При применении кровяного альбумина одновременно с давлением к склеиваемой фанере подводится теплота. Для этого пользуются прессами с нагреваемыми стальными плитами. Учитывая свойство кровяного альбумина свертываться при температуре не ниже 70° , такие пресса обычно конструируют для температур от 90 до 100° . Применение более высоких температур влечет за собой опасность испарения содержащейся в древесине и клею влаги. При рубашках толщиной в $1,6$ мм ($\frac{1}{16}$ ") в течение 3—5 мин. получается довольно хорошая склейка при 100° . В течение этого времени теплота через толщину рубашек проникает в слой клея и вызывает его схватывание. Если в промежутке между двумя плитами пресса склеивать больше одного листа фанеры, то требуется соответственно больший срок, так как теплота нагревательных плит должна проникнуть не только через толщину рубашки, но по крайней мере еще и через серединку. Этим значительно понижается производительность пресса.

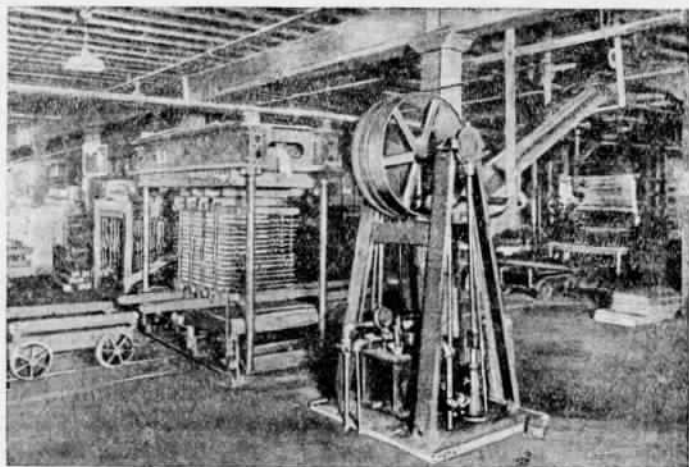


Рис. 187. Гидравлический пресс с насосом

При изготовлении фанеры-многослойки по американскому методу сначала изготавливают трехслойную плиту, на которую затем наклеивают четвертый и пятый слои, еще дальше — шестой и седьмой и т. д.

С американской точки зрения, производство каждого отдельного листа клееной фанеры в отдельном промежутке между на-

гревательными плитами нерентабельно даже при пользовании многоэтажными прессами. Такой медленный способ применяется в Америке только для производства водоупорной фанеры, идущей по повышенной цене. В Европе на этот счет придерживаются другого взгляда. Американские горячие пресса показаны на рис. 188.

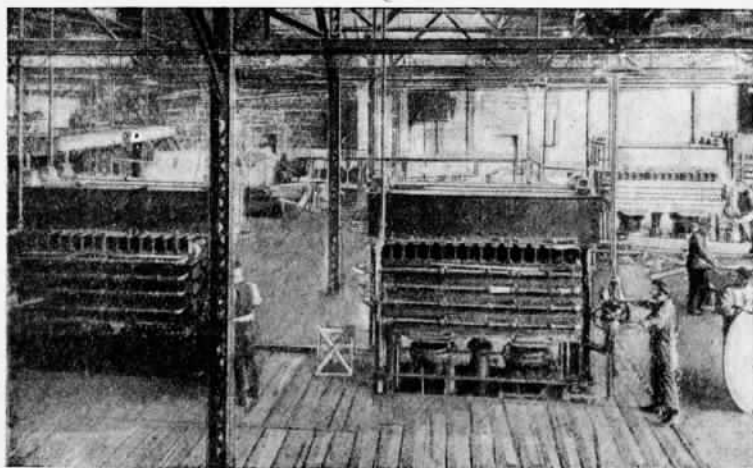


Рис. 188. Горячий гидравлический многоэтажный пресс для клейки кровяным альбумином

Давление пресса. На американских заводах при нормальной работе для склейки применяют гидравлические пресса с давлением в $5,25\text{--}7\text{ кг/см}^2$. Давление это может быть изменено в зависимости от породы древесины и консистенции клея.

Европейские методы

Европейский способ клейки фанеры или столярного щита значительно разнится от практикуемых в Америке. Так как в настоящем труде рассматривается не только производство клееной, но и других фанер, то помимо переклейки необходимо разобрать также и процесс венирования шпона из ценных пород.

Выработавшееся в европейской промышленности разделение рабочих процессов привело к тому, что производство клееной фанеры на крупных специальных заводах стало самостоятельной отраслью промышленности, между тем как венировка из ценных пород производится преимущественно на потребляющих переклейку предприятиях, т. е. в столярных мастерских, на мебельных фабриках, на производствах, изготавливающих внутреннюю отделку, словом, везде, где для облагораживания поверхностей применяется узорчатый шпон. Поэтому европейское производство переклейки основывается на других принципах, чем в Америке, в частности также и в отношении выбора способов склейки.

Кроме того европейский потребитель, предъявляющий спрос на столярные плиты, т. е. на клееную фанеру, в собственном смысле этого слова, требует возможно больших размеров, принимая в расчет их более целесообразный раскрой на определенную величину. Это обстоятельство в известной мере отразилось конечно на ходе развития методов европейского производства. В Америке, наоборот, подавляющее большинство заводов поставляет клееную фанеру, подобранную по размерам заказчика. Иногда американские фанерные заводы изготовляют для отдельных потребителей или ограниченного числа перерабатывающих фирм большое количество столярных плит стандартного размера, с наклеенными рубашками из ценных пород. Разумеется и в Америке поставляются столярные плиты стандартных размеров, но далеко не в таком количестве, как в Европе.

Бывает, что и отдельные крупные европейские фанерные заводы в довольно значительном количестве поставляют плиты очень крупных размеров с рубашками из ценных пород (преимущественно из дуба), но эти поставки бывают исключительно по специальным заказам.

В Европе также пытаются стандартизировать размеры, и это особенно заметно за последнее время, но не в таких размерах, как в Америке, так как оборудование заводов для производства плит стандартных размеров является рациональным лишь там, где большой спрос на товар одного размера, а как раз этого в Европе не наблюдается.

Европейские фанерные заводы должны особенно учитывать то обстоятельство, что прочность шва может пострадать от дальнейшего венирования плиты. Возможность порчи связана с тем, что до недавнего времени шпоны из ценных пород наклеивали, как в Америке, не растительным, а преимущественно животным клеем. Поэтому европейские промышленники придают большое значение склейке, обладающей возможно большей сопротивляемостью влажности и нагреванию. Это требование рынка способствовало тому, что в самом начале производства клееной фанеры в б. России склейку производили посредством крови, достигая этим значительной водоупорности. Введенная позже склейка казеином также относительно водоупорна.

Нельзя не отметить, что недостаточное знание химических и физических процессов склейки этими сортами клея и отсутствие опыта влекут за собою известные трудности. Это послужило причиной того, что часть потребителей, хорошо знакомых со склейкой животным клеем, до сих пор предъявляет спрос на столярные плиты, склеенные именно этим клеем, несмотря на более высокие цены и недостаточную водоупорность и сопротивляемость нагреванию. Правда, эти сорта клея дают то преимущество, что в случае дефектной склейки их легко можно удалить даже из готовой плиты, поскольку имеются в распоряжении горячие пресса или по крайней мере хорошо нагретые прокладки.

Оклеивание клееной фанеры шпоном из ценных

пород в Германии производится тем же путем, каким в Америке изготавливается переклейка сама по себе, т. е. с применением нагретых прокладок.

Нанесение клея, как при наклеивании шпона из ценных пород, так и при производстве обыкновенной клееной фанеры, выполняется способом, сходным с американским, при помощи специальных станков (рис. 180). Серединку большей частью покрывают клеем с обеих сторон. При изготовлении толстой

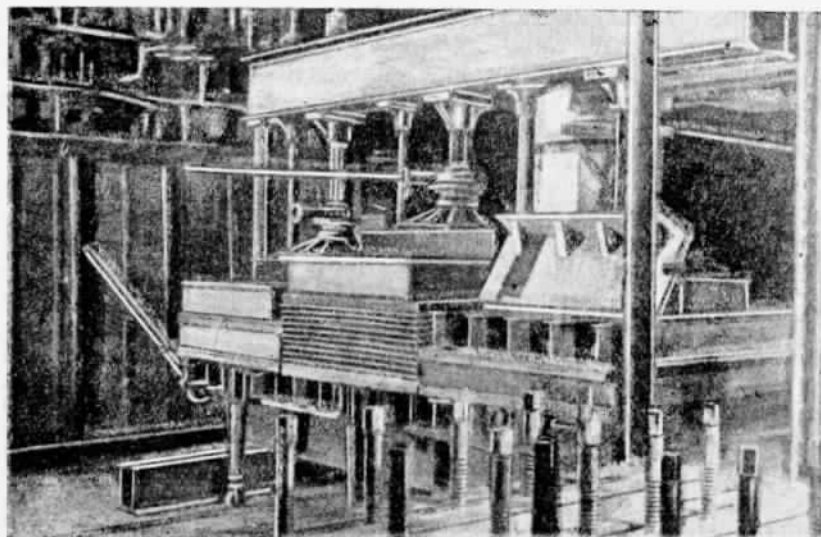


Рис. 189. Ручной шпиндельный пресс

фанеры через вальцы почти всегда пропускают лишь серединку. Только при производстве пятислойной фанеры через вальцы проводят внутренние шпоны.

Быстро засыхающие сорта клея, прежде всего казеин, требуют очень быстрого нанесения. Обычно работа распределяется таким образом, чтобы время, необходимое для прессовки одной загрузки пресса, хватило для смазывания клеем и складывания следующей загрузки. При применении пленочного клея с катушки подходящей ширины и в правильной последовательности срезают пленку нужной длины и кладут между слоями. Это осуществимо за любой срок до заполнения пресса, так как работа этого клея начинается лишь после загрузки товара в горячий пресс. При этом широко применяются алюминиевые прокладки, укладываемые между сложенными плитами сразу же при сборке отдельных слоев.

В общем в Европе до сих пор еще преобладает применение ручных шпиндельных прессов типа, изображенного на рис. 189. Для производства фанеры исключительно больших размеров в Европе пользуются также прессами типа, показанного на рис. 184.

За последнее время на мебельных фабриках, в столярных мастерских и т. п. производствах дерешли также к применению легких прессов, показанных на рис. 185 и 187, т. е. электрических шпиндельных прессов и более слабых гидравлических. В связи с употребляемыми здесь сортами клея применяются нагретые металлические прокладки. Прежде эти прокладки изготовляли из оцинкованной жести, а за последнее время все более переходят к пользованию алюминиевыми прокладками. Найден способ обработки поверхности этих прокладок, благодаря которому клей к ним не пристаёт, между тем как он может проникнуть через тонкие рубашки.

Сконструированы также пресса с прокладками из двух соединенных между собою алюминиевых листов, которые удерживаются посредством промежуточных частей на известном расстоянии друг от друга, а по краям плотно закрыты. Таким образом между двумя смежными алюминиевыми листами образуется полое пространство, отапливаемое горячей водой или паром; получается нечто вроде многэтажных прессов. В некоторых системах между алюминиевыми листами вмонтированы паровые трубы четырехугольного сечения. Но все эти пресса представляют собою лишь неудовлетворяющий суррогат настоящих этажных нагревательных прессов с просверленными массивными стальными плитами, так как легкие плиты недостаточно обеспечивают сопротивление давлению, требуемому совершенными методами склейки, и плохо переносят высокие температуры. За последнее время входят также в употребление прокладки из алюминиевых листов, нагреваемые электричеством.

Современные пресса европейских фанерных заводов

Если сравнить американские фанерные заводы с европейскими, то оказывается, что в Америке применяются в крупном масштабе установки, встречаемые в европейских столярных мастерских, на мебельных фабриках и других родственных производствах, оклеивающих фанеру рубашками из ценных пород, в то время как европейские фанерные заводы (за исключением некоторых шведских предприятий, всецело перенявших американскую систему, и небольшого числа французских заводов) оборудованы установками, предназначенными для водоупорной клейки, преимущественно при помощи кровяного альбумина.

Гидравлические горячие пресса. На европейских заводах преобладают гидравлические многэтажные пресса с расположенными одна над другой стальными горячими плитами количеством 10, 13 и 16. Таким образом получается 9, 12 или 15 этажей, или рабочих промежутков.

При разборе условий, соблюдаемых при применении различных сортов клея, уже выявлены различия между принятой в Америке холодной клейкой посредством растительного клея и горячей клейкой животным и казеиновым клеем, кровяным альбумином

и т. п. Горячая клейка несомненно ставит значительно более высокие требования в смысле точного соблюдения условий, необходимых для достижения лучших результатов, чем холодная.

Применение высоких температур клейки прежде всего требует возможности их регулировки. Влияние влагосодержания клея и древесины сказывается при горячей клейке в гораздо большей мере, так как при различных породах и различной толщине материала оно проявляется различным образом и в известной мере влияет на выбор максимально допустимой температуры клея и продолжительности выдерживания склеиваемых частей в данной температуре, т. е. продолжительности клейки. Как температура, так и влагосодержание собранных листов фанеры помимо прочности изделия влияют и на толщину его. Характерные свойства клея и его влагосодержание, а также различная влагоемкость разных древесных пород имеют решающее значение для определения срока, начинающегося с момента загрузки горячего пресса и заканчивающегося замыканием пресса, т. е. и время, требуемое не только на замыкание этажей пресса, но и для получения необходимого для склейки давления. Влияние этих различных факторов на изделие будет рассмотрено после описания применяемых в Европе прессов.

Гидравлический многэтажный горячий пресс (давление, температура клейки, сроки замыкания, продолжительность процесса клейки и контроль). Гидравлический пресс имеет перед другими системами то крупное преимущество, что при пользовании им имеется возможность точно исчислить силу давления и точно контролировать весь процесс клейки. Кроме того он отличается равномерным распределением давления по всей поверхности обрабатываемой фанеры. В случае надобности увеличивают число цилиндров или толщину верхней и нижней плоскостей пресса. Почти все сорта клея для горячей клейки, в том числе клей пленочный, требуют (при условии получения товара высокого качества) применения сухого шпона, с одной стороны, и сокращения срока нагрева горячими плитами — с другой. Другими словами, пресс должен быстро замыкаться, а это условие в гидравлическом прессе осуществляется самым простым способом.

Давление, производимое на склеиваемую фанеру, измеряется давлением клейки и исчисляется в килограммах на квадратный сантиметр склеиваемого товара (кг/см^2).

Давление, действующее в гидравлических цилиндрах на поршни, обозначается давлением водяного столба и выражается в ат . В каждом прессе устроен гидравлический манометр, показывающий давление в цилиндрах.

Соотношение между водяным давлением в цилиндре и давлением клейки выражается следующим уравнением.

Давление воды в цилиндре в ат $\times$ сечение поршня в $\text{см}^2 =$ давлению клейки в $\text{кг/см}^2 \times$ площадь листа в см^2 .

Если в прессе имеется несколько цилиндров, то площадь горшня

соответственно увеличится и выразится суммой площадей сечения всех цилиндров.

Из этого следует, что при одинаковом давлении воды в цилиндре давление клейки будет тем выше, чем меньше склеиваемая площадь. Когда в прессе производят клейку товара меньших размеров, чем поверхность плит, то давление воды соответственно уменьшают.

У каждого пресса вывешивают диаграмму, показывающую эти соотношения и дающую возможность исчислить необходимое в данном случае водяное давление. На рис. 190 дана такая диаграмма, предназначенная для трехцилиндрового крупного прессы с горячими плитами $1,8 \times 4,6$ м. Эта диаграмма рассчитана

на 75, 50 и 25% использования площади плит. Промежуточные значения могут быть легко исчислены из самой диаграммы. Для контроля в диаграмме еще раз приведено числовое соотношение, в котором однако площадь клейки для удобства счета указана не в см^2 , а в м^2 . Обычно заведующий производством дополняет эту диаграмму кривыми, учитывающими наиболее часто встречающиеся факторы и особенности прессы.

Возможность регулирования давления достигается тем, что подающий воду гидравлический насос снабжен автоматическим приспособлением, прекращающим в нужный момент подачу. Если по каким-либо причинам, например вследствие потерь в толщине отдельных слоев переклейки или неплотных мест и т. п., это установленное давление опустится ниже допустимого минимума, насосы снова автоматически приводят в действие и автоматически же давление прекращают.

Так как при горячей клейке сухого шпона продолжительность прессовки может быть лишь кратковременной, то на новых установках так называемые гидравлические аккумуляторы встречаются лишь в редких случаях (у нас в СССР — наоборот). Они представляют собою приспособления с поршнями, соединяющиеся с цилиндрами прессы и поддерживающие в прессе равномерное давление.

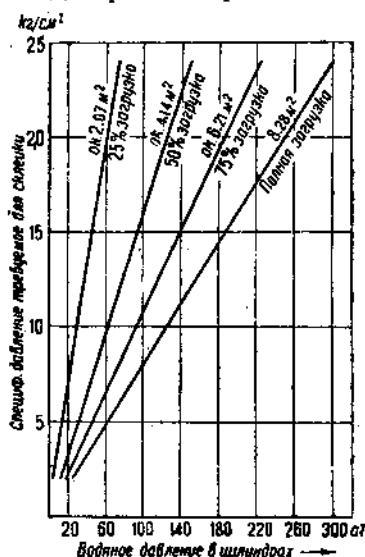


Рис. 190. Диаграмма зависимости между давлением воды в цилиндрах и давлением клейки

Загрузка прессов

Между отдельными горячими плитами находятся этажи, или рабочие промежуточные пространства, высота которых зависит от толщины изготавливаемой переклейки. Обычно она колеблется

между 40 и 70 мм ($\frac{3}{16}$ — $2\frac{3}{4}$ "»). При сырой горячей клейке, практикуемой еще на европейском Востоке, например в СССР и Польше, высота промежутков бывает от 70 до 100 мм ($2\frac{3}{4}$ —4"), так как в каждый этаж помещается до 12 листов фанеры. К этому сверху и снизу прибавляют еще по одной прокладке из забракованной фанеры.

Высоту промежутков выбирают с таким расчетом, чтобы склеиваемый материал было удобно загружать. Так как рубашки (особенно товара крупных размеров) составлены из нескольких

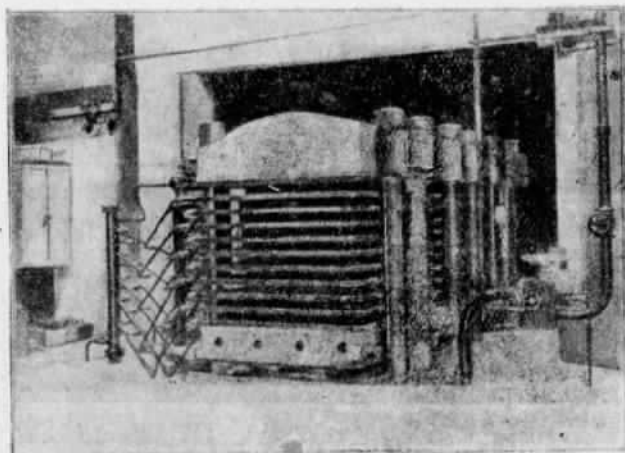


Рис. 191. Гидравлический этажный пресс с нагревательными плитами фирмы Беккер; размер плит 1,60 м × 5 м

листов шпона (даже в случае, если рубашки выполнены из одного куска, они не получаются, ровными, а часто в сухом виде обнаруживают волнистость), то загрузку в отдельные этажи пришлось бы производить чрезвычайно осторожно и медленно. Особенно пришлось бы соблюдать осторожность при рубашках из тонкого шпона, хотя бы склеенного впритык. С другой стороны, во избежание слишком длительного нагрева фанеры без давления необходимо пресс загружать настолько возможно быстрее.

По этой причине в гидравлических прессах применяют загрузочные листы из специального алюминиевого сплава, по два на рабочий промежуток и пачку. Между этими двумя алюминиевыми листами плотно уложены отдельные фанерные слои. Посредством этих листов алюминия подача в пресс и разгрузка ускоряются. Толщина алюминиевой прокладки, обычно выполненной из специального сплава сравнительно большой прочности и твердости, в зависимости от величины пресса колеблется между $1\frac{1}{2}$ и 3 мм ($\frac{1}{16}$ — $\frac{1}{8}$ "»). Согласно новейшему опыту в больших прессах предусматривается загрузка с конца, т. е. с узкой стороны пресса (рис. 191), так как быстрое продвижение в такой этажный пресс

плиты примерно 1,60 м ширины и 5 м длины ($63 \times 197''$) с боковой стороны было бы затруднительно и прокладки провисали бы. Помимо того при таком устройстве стоймость конструкции прессы была бы слишком высока. Это даже относится к прессам меньших размеров, например в $1,60 \times 2,30$ м ($63 \times 90''$), особенно если речь идет о малых толщинах фанеры.

Но алюминиевые прокладки имеют еще и другую задачу. Некоторые древесные породы, как например дуб и африканские разновидности окумэ (габуна), абахи и т. д., содержат известное количество дубильных кислот. Если фанера немного влажна или стала влажной от клея, то горячие плиты производят изменение окраски поверхности товара. Применением алюминиевых прокладок, конечно в холодном виде, эта опасность устраняется. Другое преимущество алюминиевых прокладок заключается в том, что они предотвращают загрязнение клеем поверхности горячих плит, очистка которых в прессе затруднительна. В этом отношении прокладки из специального сплава с не принимающей клей поверхностью особенно ценны.

Механические загрузочные установки

Ясно, что при загрузке прессов (вручную слои, загруженные первыми, подвергаются более длительному действию нагрева. Для избежания убытков требуется чрезвычайно быстрая работа и опытный обслуживающий персонал. Учитывая это обстоятельство, на новых заводах за последнее время начали применять механические загрузочные приспособления, показанные на рис. 192. Посредине виден пресс, отличающийся по установленному над ним водяному баку и колонкам, соединяющим верхнюю часть прессы с цилиндром. По обеим сторонам прессы установлены выполненные из железа загрузочные приспособления с этажами, соответствующими этажам прессы. Склеиваемые листы фанеры загружают в этажи загрузочной установки, а затем небольшая (видная слева) работающая от электрического мотора тележка сразу вдвигает их в пресс. При этом отдельные пакки точно так же покоятся на алюминиевых листах, служащих для них опорами. Захваты тележки зацепляют алюминиевые листы. Одновременно на другой стороне прессы из него тележкой же вытягивается готовый товар предыдущей загрузки. Так как работа обеих тележек автоматически согласована, разгрузка склеенных плит и загрузка новых всегда происходит обычным порядком. Этажи загрузочного механизма могут быть установлены на подъемных платформах, посредством которых загружаемые этажи, как показано на рис. 163 и 164, всегда приводятся на удобную для загрузки высоту. Таким путем подача вручную ограничивается минимальными пределами.

При производстве более крупных и более толстых листов фанеры приходится поднимать довольно значительную тяжесть. Можно считать, что например лист клееной фанеры размером в $1,5 \times 4,5$ м ($5 \times 15'$) при толщине 40 мм ($1\frac{5}{8}''$) вместе со своими загрузочными листами весит около 240 кг. Высота подъ-

ема для верхней загрузки составляет примерно 1,70 м (67"). Понятно, что подъем вручную такого груза с желательной быстротой требует больших усилий. Поэтому для загрузки толстого товара существуют механические приспособления (рис. 193). Они отличаются от описанных выше тем, что в них не предусмот-

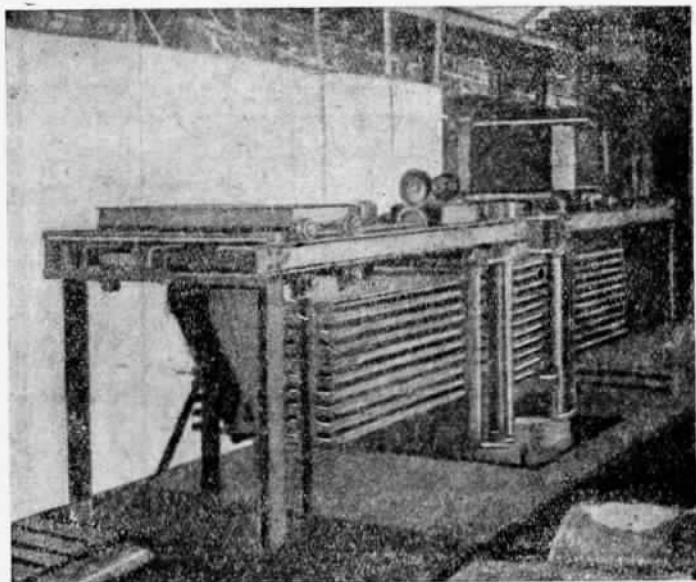


Рис. 192. Механическое грузочное приспособление для тонкой переклейки

рена многэтажная грузочная станина, показанная на рис. 192 а имеется съемный механизм, установленный над платформой. Часть механизма, участвующая в данный момент в работе, поставлена на нормальную рабочую высоту. Когда пачка товара надлежащим образом сложена для загрузки соответствующего этажа, рама, отделяющая ее от соседнего этажа, опускается на уровень следующей нормальной рабочей высоты. Это продолжается до тех пор, пока все этажи не установлены один над другим, после чего все приспособление поднимается вверх до высоты этажей пресса. Склеиваемые в каждом этаже отдельные слои также уложены между алюминиевыми прокладками. Несущие алюминиевые листы иногда (рис. 193) сбоку снабжаются системой зубьев, соединенных зубчатками с общим приводом, которые при открывании пресса выдвигают готовые плиты на свободную платформу, в то время как на другой стороне собранные слои подаются в пресс. Для разгрузки механизм посредством подъемного приспособления опускается настолько, чтобы можно было удобно снимать верхнюю плиту. Верхнюю раму снимают, пачку переклейки разгружают, и все это, при медленном поднятии вверх подъемной платформы, продолжается до тех пор, пока не разгружен весь большой штабель.

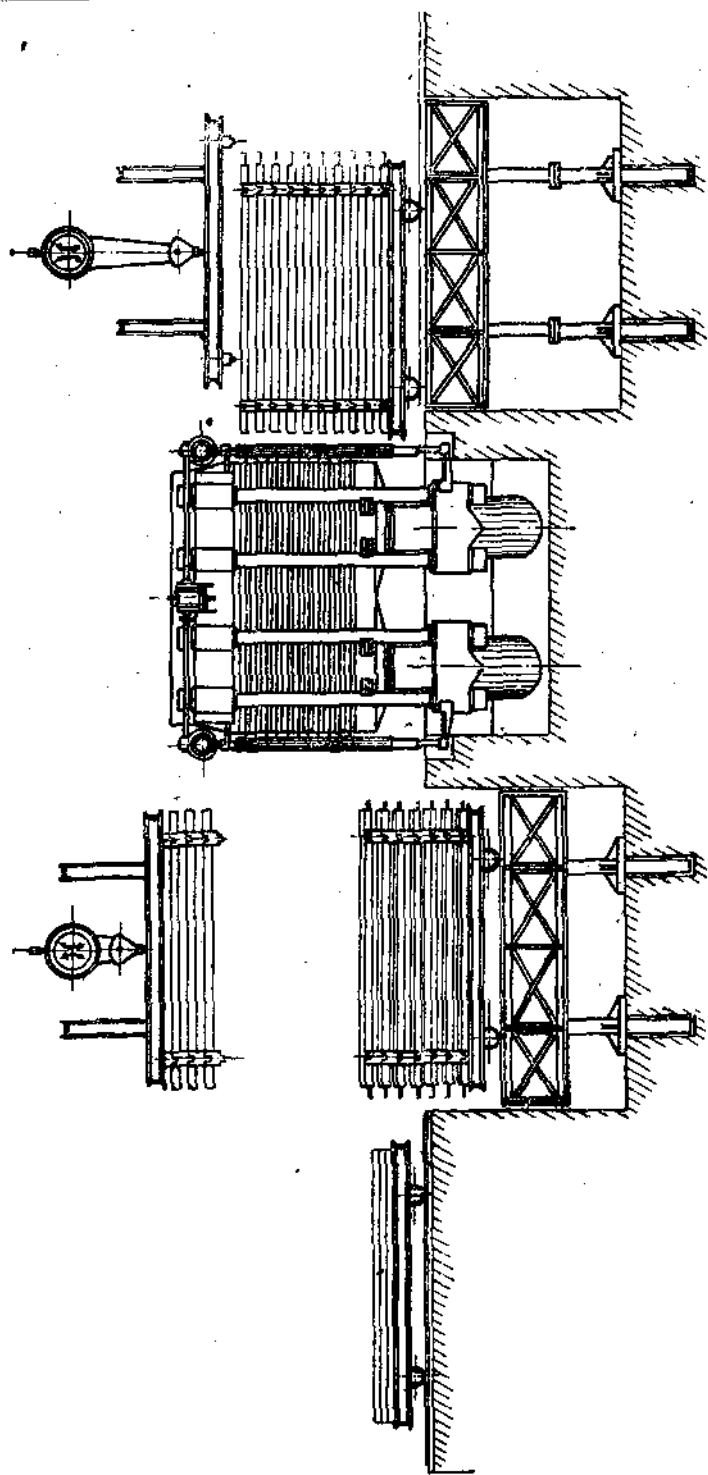


Рис. 193. Механическое загрузочное приспособление для больших гидравлических масляных прессов

Специальные приспособления способствуют достижению равномерного действия тепла на переклейку. Если применять подходящие гидравлические приспособления, то вполне осуществимо быстрое закрытие пресса, и весь загруженный в пресс товар ставится одновременно под одинаковое давление и нагрев. Так например в новейших установках очень крупные пресса легко запираются в течение максимально 5—17 сек. без помощи аккумуляторов.

Нагрев плит большей частью производится посредством пара, проходящего через змееобразные просверленные в массивных плитах каналы. На рис. 191 слева видно соединение между подвижными нагревательными плитами и паровыми котлами при помощи шарнирных труб. Вместо них иногда применяют гибкие металлические трубы. Пресс, показанный на рис. 195, снабжен именно такими трубами. В отдельных случаях встречаются и раздвижные трубки.

При применении казеинового клея, кровяного альбумина и пленочного клея достаточно одного нагрева, так как клей под действием тепла в течение известного времени легко схватывается. Применение же животного клея предопределяет еще и охлаждение, которое осуществляется путем пропускания через каналы нагревательных плит еще и холодной воды. Охлаждение доводится приблизительно до 30—35°, после чего животный клей



Рис. 194. Внутренний вид европейского фанерного завода

затвердевает и товар выгружается из пресса. Этот способ производства конечно дороже, потому что охлаждение даже при благоприятных условиях продолжается минимально 25—40 мин., отчего сильно уменьшается производительность пресса. Стоимость этого способа выше также и с теплотехнической точки зрения, так как при каждой загрузке значительные стальные массы нагревательных плит теряют много тепла. Благодаря этому, жидкот-

ный клей применяется только в единичных случаях, и ему предпочитают сорта клея, не требующие охлаждения.

Большую роль играет исчисление и регулировка температуры плит, т. е. температура клейки. Обычно в нагревательные плиты вмонтированы электрические пирометры, указывающие станочнику температуру плит, так что путем подвода меньшего или

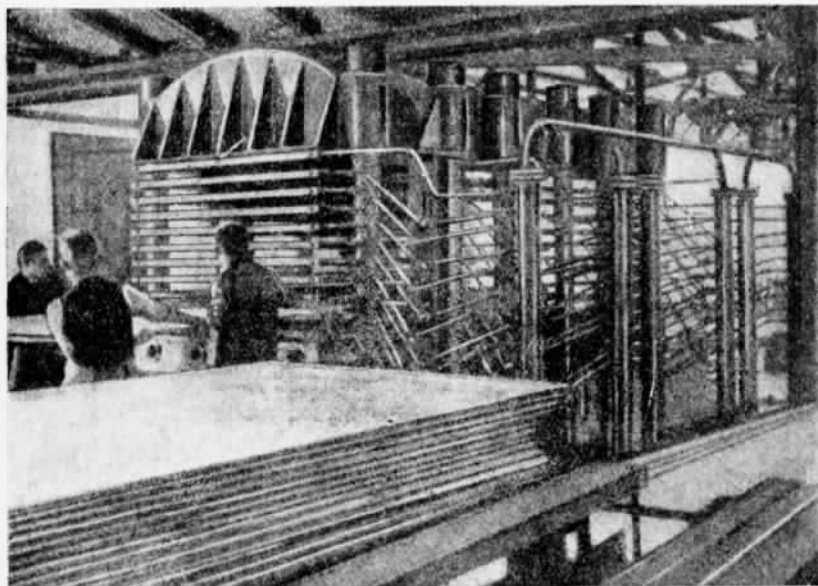


Рис. 195. Большой 3-цилиндровый пресс с давлением около 2 млн. кг.
Размер плит $1,8 \text{ м} \times 4,6 \text{ м}$

большого количества пара последний легко регулирует температуру. Некоторые современные производства снабжены помимо указывающих приборов еще и регистрирующими. Это дает заведующему производством возможность в любое время установить ход работы, произведенной в его отсутствие. На рис. 195 виден многостажный пресс во время действия, показан момент выгрузки из пресса готовых листов.

Для целесообразной работы прессов с большим количеством крупных плит необходимы удобные помещения. Как видно из рис. 142, 194 и 195, обычно предусматриваются большие помещения, в которых путем соответствующего отопления достигают нужного влагосодержания воздуха. Европейские установки свидетельствуют также о большом значении, придаваемом хорошему освещению. В прежнее время пользовались низкими, сильно нагретыми помещениями, где хорошее освещение встречалось редко, так что надлежащее наблюдение за технологическим процессом было совершенно невозможно. Кроме того не надо забывать, что современные европейские фанерные заводы снабжены не ручными станками, а настоящими крупными производствен-

ными машинами. Особенно это относится к прессам. Большое значение придается и удобному для наблюдений распределению сети трубопроводов для свежего и отработанного пара, для свежей и напорной воды, а также сети электрических проводов, как это принято в крупных металлообрабатывающих производствах.

Практика показала, что удобная для наблюдения установка повышает производительность как количественно, так и качественно и понижает отпад.

Влияние температуры и других решающих факторов на результаты горячей клейки

Качества клееной фанеры, изготовленной горячим способом, зависят от свойств обрабатываемой древесины и ее структуры. На готовый фабрикат, изготовленный из одной и той же породы и той же структуры и склеенный одним и тем же клеем, влияют далее такие факторы, как температура клея, давление склейки, влагосодержание древесины и продолжительность процесса клейки.

В общем прочность сцепления поверхностей, как и прочность всей фанеры, возрастает вместе с повышением необходимого для склейки давления, но, с другой стороны, повышение давления (в частности в отношении таких мягких пород, как тополь, сосна, ель и тропические породы — габун и абахи) вместе с тем вызывает и большее сжатие древесины, т. е. большую ее усадку по толщине. Так как стоимость переклейки зависит от ее кубатуры, то излишнее повышение давления при прессовании означает понижение использования сырья. Но усиленное давление повышает также и устойчивость соединенных клеем слоев и таким образом все же повышает качество даже таких сортов переклейки, в которых прочности особого значения не придается. Во всяком случае требуемое для склейки давление необходимо тщательно вычислить и результат подвергнуть тщательному анализу.

При сырой склейке обычно требуется более высокое давление, чем при сухой, несмотря на большую усадку. Последнему обстоятельству не придается особого значения, и практически усадка поперек волокон не проявляется, так как высыхание древесины происходит во время нахождения ее под давлением и после этого, т. е. при сстоянии материала, когда усадка невозможна вследствие прочной клеевой связи между листами шпона с перекрещивающимся направлением волокон. Вследствие этого такая фанера обнаруживает чрезвычайно большие внутренние напряжения, влекущие за собой бесчисленное множество мельчайших волосных трещин. Слишком высокое давление может вызвать в конструируемых из отдельных частей серединках волнистость.

Температура клея должна прежде всего конечно достигнута минимума, необходимого для надлежащего схватывания. Однако подробные испытания показали, что относительно водоупорные

сорта клея, например кровяной, казеиновый и совершенно водупорный пленочный клей, тем полнее выявляют это ценное качество, чем выше была температура склейки (разумеется в допустимых пределах). Но температура влияет также и на усадку в толщине, т. е. с повышением температуры при равном давлении, равном влагосодержанию дерева и одинаковом клее повышается, хотя и в меньшей мере, усадка дерева. Поэтому, необходимо и здесь в каждом отдельном случае на основании серийных опытов установить наиболее экономичную температуру.

Продолжительность склейки зависит не только от сорта клея, но главным образом от температуры склейки и толщины применяемых рубашек, а при многослойной переклейке — от толщины слоев древесины, расположенных между наиболее отдаленным от горячей плиты слоем клея и нагревательной плитой, а кроме того еще и от содержащейся в дереве (что имеет весьма существенное значение) влаги. Состоит она из остаточной влаги в отдельных слоях дерева после окончания сушки и влаги, питаваемой слоями дерева из клея. Как температура, так и время склейки и давление должны быть регулируемыми по этому общему влагосодержанию. При слишком высоком влагосодержании нельзя чрезмерно повышать температуру, чтобы не вызвать образования пузырей. Эта опасность существует при всех сортах жидкого клея; поэтому часто при пользовании например кровяным альбумином и казеиновым клеем нельзя применять наиболее благоприятную для них температуру. В связи с этим необходимо для склейки давление не должно быть высоким, так как с возрастающим влагосодержанием дерева значительно повышается усадка, т. е. потери в толщине. Объясняется это тем, что влажная древесина сжимается легче сухой. Изменение толщины и в этом случае до известной степени является величиной постоянной. В горячем прессе во время склейки при слишком высоком влагосодержании всей фанеры может произойти нечто вроде закала (это особенно ярко проявляется в случае сырой склейки непросушенного шпона). Наиболее благоприятные условия склейки дает пленочный клей, так как в нем влага вообще отсутствует и как шпон, так и серединки обнаруживают после склейки лишь то содержание влаги, которым они обладали после законченной сушки, увеличенное лишь незначительным количеством легко регулируемой влаги, поглощенной ими на складе.

Клейка фанеры в формах

До сих пор рассматривалась лишь склейка фанеры в виде ровных прямых плоскостей. Однако для различных целей применяется также склеивание шпона по изогнутому профилю.

Американские и европейские способы такой обработки в общем одинаковы, за исключением того, что в Европе вместе с практикуемой в Америке холодной склейкой в более широком масштабе применяется горячая. Шпон из ценных пород применяется для таких работ редко; точно так же в этих случаях избе-

гают применять соединение фанерных слоев посредством бумажных полос. Нанесение клея производится по способу, описанному, для клейки прямых фанер. На американских заводах натяжке и приспособления и прокладки применяются несколько другого типа, чем для плоского фабриката. Необходимое для клейки давление должно и при склеивании изогнутых плит распределяться по возможности по всей поверхности. Кроме того стремятся к максимальному использованию ширины просвета в прессе (в Америке ширина просвета обычно равна 1067 мм (42"). Для этих работ применяют преимущественно металлические формы ввиду их большей прочности и долговечности. В целях экономии веса формы часто изготовляют полыми. Металлические формы предпочитают еще и потому, что их легче и точнее можно изготовить, что они более прочны и что их поверхность не так скоро подвергается повреждениям, как у форм деревянных.

В наиболее употребительных отдельных алюминиевых формах одновременно можно изготовлять большое количество фанерных спинок абсолютно одинаковой толщины и одинаковой формы. Это предопределяет толщину просвета между частями формы.

Кривизна верхней и нижней части формы исчисляется из данной общей толщины с учетом необходимого равномерного распределения давления по всей плоскости и надлежащего изгиба каждой части переклейки. Внутренний (вогнутый) слой переклейки естественно имеет наименьший радиус. Последний последовательно увеличивается, и наружный (выпуклый) слой имеет наибольший радиус кривизны. Различия в радиусах в общем незначительны.

Можно также конструировать формы соответственно различной толщине переклейки, т. е. можно изготовлять их таким образом, чтобы они обеспечили возможность производства совершенно правильной формы хорошо склеенных плит толщиной в 7,9, 9,5 или 15,9 мм ($\frac{5}{16}$ " или $\frac{3}{8}$ " или $\frac{5}{8}$ ").

На рис. 172 показаны формы для прессовки, изготовленные для производства 12 спинок толщиной по 7,9 мм ($\frac{5}{16}$ ") каждая, т. е. всего 95,3 мм ($3\frac{3}{4}$ "). В этом случае радиус вогнутой поверхности плиты в 87,3 мм ($3\frac{7}{16}$ ") больше, чем радиус ее выпуклой поверхности; таким образом получается надлежащая, соответствующая форме общая толщина всех листов, и склейка везде, от одной кромки до другой, вполне безупречна. Если бы пользоваться этими же формами для производства примерно 5 плит в 12,7 мм ($1\frac{1}{2}$ "), то невозможно было бы ни получать плиты правильной формы, ни достигнуть равномерной по всей поверхности клейки. В этом случае спинки получились бы неправильной формы и плохой склейкой, а иногда давали бы даже трещины. Главной причиной брака было бы неравномерное распределение давления по поверхности и вследствие этого — несклеенные места. При общей толщине в 95,3 мм ($3\frac{3}{4}$ ") можно однако не только надлежащим образом производить 12 плит в 7,9 мм ($\frac{5}{16}$ "), но и 10 плит в 9,5 мм ($\frac{3}{8}$ ") или 6 плит в 15,9 мм ($\frac{5}{8}$ "). Можно конечно подобным же образом конструировать и формы другого типа, чем показанные на

рис. 196. В этих работах известные затруднения заключаются в том, что смазанные клеем серединки под давлением легко смещаются. Это особенно часто происходит при изготовлении фанеры в формах с несколькими изгибами. Обычно между отдельными листами фанеры кладут восковую бумагу, облегчающую разбор товара по окончании прессовки.

Укладываемый в формы смазанный клеем шпон поступает в пресс точно в таком же порядке, как при изготовлении плоской переклейки. Так как верхняя и нижняя формы сверху и снизу имеют плоскую горизонтальную поверхность (рис. 196), то помещение их в гидравлический пресс для холодной клейки затруднений не представляет. Формы можно разумеется, конструкти-

ровать самых различных типов. Подробное их описание выходит за рамки этого труда.

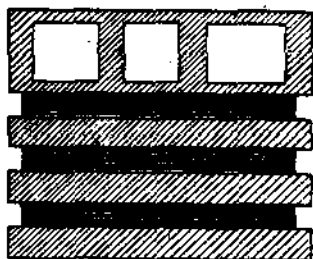
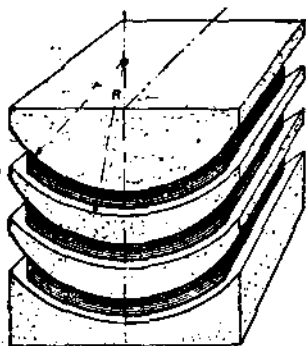


Рис. 196. Комплект алюминиевых форм для производства спилок (театральных кресел)

В Европе для производства гнутой переклейки применяют также и этажные горячие пресса. При этом употребляют нагревательные плиты соответствующей формы или же поверх плоских нагревательных плит кладут металлические алюминиевые формы.

Гибкая клееная фанера

Считаем нужным рассмотреть и гибкую переклейку. Как известно, клееная фанера не легко поддается сгибанию вдоль волокон. Весьма гибкая переклейка получается, если очень тонкую серединку оклеить двумя рубашками левыми сторонами наружу (рис. 197). Из верхнего рисунка видно, как легко изменяется форма

такой переклейки. Такого рода переклейка обладает исключительной гибкостью, однако она применяется только для простых изделий. Гнутая переклейка представляет собой дальнейшее разви-

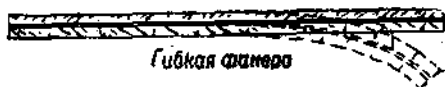


Рис. 197. Гибкая и гнутая клееная фанера

тие этого принципа. Дважды изогнутые трех- или четырехслойные театральные кресла должны изготавливаться таким образом, чтобы они стали жесткими. Если изображенную на верхнем рисунке гибкую переклейку оклеить с двух сторон тонким шпоном с продольным направлением волокон, то получится жесткая изогнутая панель. Этот сорт панели с двойным или же одним изгибом производится в описанных выше формах.

Стоимость и трудность производства фасонной переклейки возрастает с ее размером. За последнее время на европейских заводах пользуются другим, весьма простым способом производства фасонной клееной фанеры крупных размеров — путем применения водоупорного клея. Довольно толстую клееную фанеру, примерно в $6\frac{1}{2}$ мм ($\frac{1}{4}$ "), клеенную пленочным клеем, размягчают действием горячей воды или пара, затем изгибают в деревянных формах и в изогнутом виде сушат. Обработанный по такому способу материал почти сохраняет свою новую форму. Обычно его изгибают немного больше, чем это требуется для того, чтобы после склейки получилась требуемая форма.

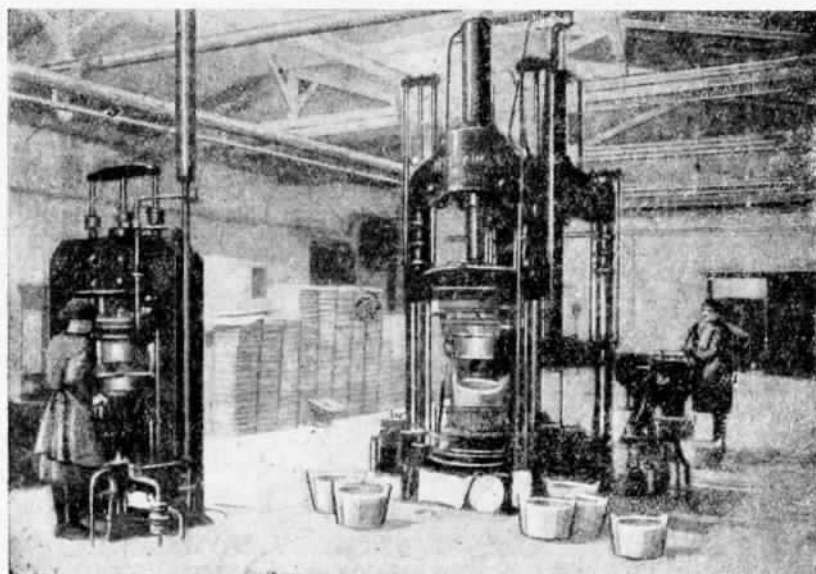


Рис. 198. Установка для производства фанерных кадок

Для производства фанерной тары для масла, плотных жиров и т. п. в последнее время применяют готовые листы переклейки, укладываемые в нужную форму. На рис. 198 и 199 изображена установка для производства кадок для маргарина из плоской переклейки. У основания гидравлического пресса (рис. 198) видны составные части кадки. В середине помещено круглое дно, слева — половина стенки (стенка состоит из двух частей), а справа — одна из накладок кадки. В прессе предусмотрена лопатая форма и штамп, которые, соединяясь в рабочем положении, оставляют

небольшой, соответствующий толщине фанеры просвет. Отдельные части кадок штампуются из плоских листов переклейки, кромка дна загнута. Загиб кромки производится гидравлическим прессом (рис. 198). Прежде всего по бокам формы в соответствующие выемки вкладывают обе смазанные клеем

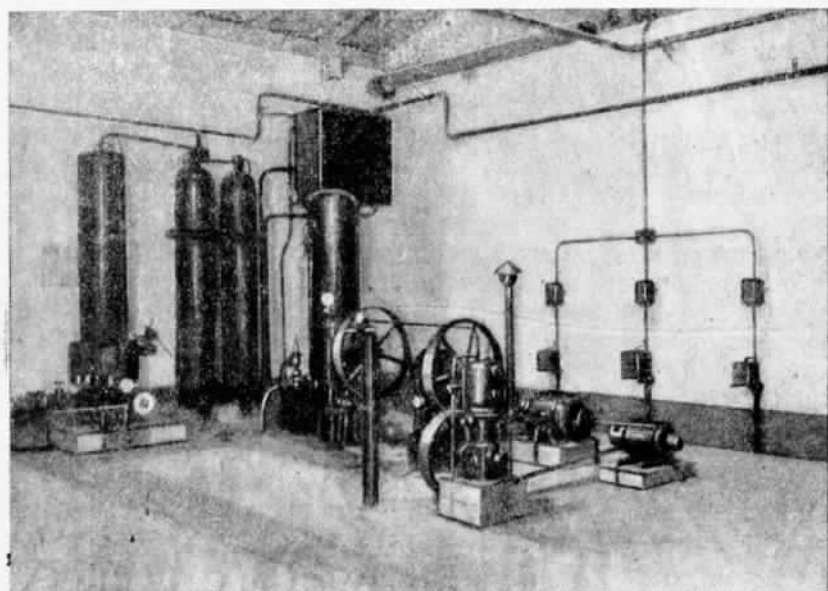


Рис. 199. Гидравлическая установка для специальных прессов, склеивающих кадки

накладки, затем втискивают днище кадки в состоящую из четырех частей нижнюю часть формы. После этого слегка сгибают и вдвигают в форму вручную обе босвинки. Штамп опускается сверху, причем и штамп и форма нагреваются паром. Как только штамп касается дна, загнутые края четвертин нижней части формы перемещаются вверх, крепко прижимая кромку дна (перед укладкой смазанную клеем) к боковым стенкам кадки. Последнее в свою очередь прижимаются к обеим боковым накладкам. Через $1\frac{1}{2}$ —2 мин. клей схватывается, и готовая кадка после подъема штампа автоматически освобождается из формы. На рисунке изображен момент извлечения из пресса готовой кадки.

На рис. 198 видна гидравлическая насосная установка для приведения в действие этого своеобразного пресса, причем для низкого и высокого давления предусмотрены воздушные аккумуляторы.

ОКОНЧАТЕЛЬНАЯ ОБРАБОТКА КЛЕЕНОЙ ФАНЕРЫ

Удаление клеевой влаги

В зависимости от влагосодержания клея или от того, производилась ли склейка холодным (включая сюда и применение горячих прокладок) или горячим способом, готовая фанера впитывает из клеевого вещества более или менее значительное количество влаги, которую необходимо из нее удалить. Применение пленочного клея не вызывает повышения влагосодержания; наоборот, благодаря высокой температуре пресса оно понижается, причем понижение это особенно заметно в расположенных близко к нагревательным плитам внешних слоях и менее резко выражено в серединках. Изготовленная посредством горячей клейки фанера выходит из пресса большей частью в нагретом виде. Нагревательные плиты охлаждаются лишь при пользовании животным клеем. Во всяком случае переклейка находится в состоянии, требующем либо дополнительной сушки, либо же времени, необходимого для приспособления к температуре и влагосодержанию окружающей среды, после чего она может поступать в дальнейшую обработку. Несоблюдение этой предохранительной меры может повлечь за собою часто непоправимые дефекты изделия.

При так называемой сырой клейке, т. е. при клейке непросушенного шпона, листы фанеры выводят из пресса с таким высоким влагосодержанием, что требуется весьма энергичная сушка, причем фанера во избежание коробления сушится под известным, хотя бы незначительным, давлением. Для этой цели можно использовать многоэтажный горячий пресс, по конструкции своей похожий на описанные выше клеильные пресса, только со значительно более низким давлением — по 3—5 кг/см² и шириной просветов около 20 мм, так как каждый промежуток предназначен для просушки лишь одного листа фанеры. За последнее время для дополнительной просушки применяется также дыхательный пресс, изображенный на рис. 106 и 107. В отдельных случаях сушка готовой фанеры производится еще и в сушильных каналах.

Как уже упомянуто было выше, такой товар идет исключительно для производства более простых предметов, преимущественно ящиков для упаковки чая и резины. Более высоким требованиям фанера сырой горячей клейки не отвечает из-за нерав-

номерности клейки, внутренних напряжений и неизбежного появления на ее поверхности волосных трещин. В Америке принято оставлять переклейку под давлением минимально 6 час., обычно же ее вынимают из натяжных приспособлений на следующий день после склейки.

После удаления выступившего на кромках клея и выгрузки из натяжных приспособлений фанеру на прокладках накладывают на тележки, причем прокладки должны быть точно одинаковой ширины и толщины и укладываться между листами совершенно точно одна над другой. В противном случае переклейка после выхода из сушильной камеры может оказаться не совсем прямой. Кроме того до подачи тележки в сушильные камеры сверху каждого штабеля следует накладывать груз, чтобы и верхние слои остались плоскими. Просушенная в плоском виде фанера уже не изменит своей формы.

Типичная американская сушильная камера изображена на рис. 199а.

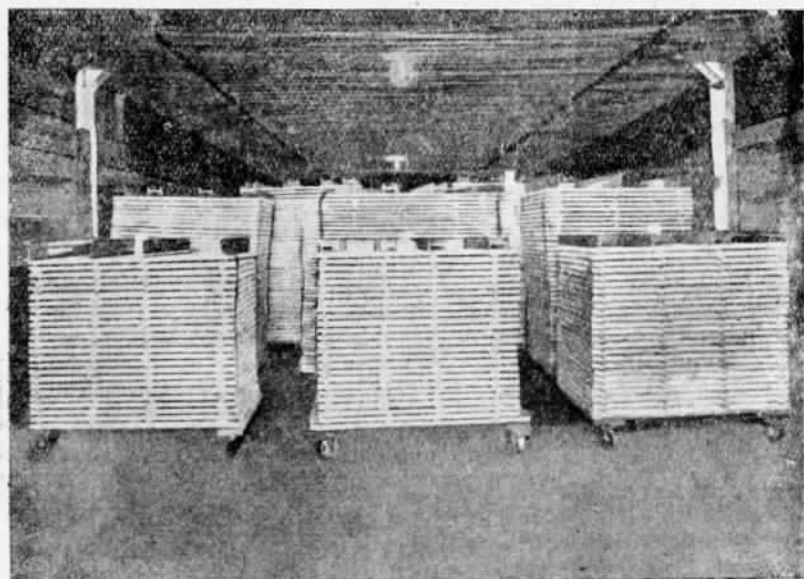


Рис. 199а. Американская камера для дополнительной сушки

В современном рациональном оборудованном сушиле за 24 часа можно высушить переклейку с содержанием влаги в 40—42% при температуре сушильного воздуха в 43—49° до содержания влаги 8% и ниже. Для достижения такой интенсивности сушки каналы усиленно проветривают вентиляторами. Это искусственное проветривание при указанных условиях действует приблизительно как крепкий мартовский ветер. Происходит естественная сушка, ускоренная энергичным проветриванием и более вы-

сокой температурой. Несоблюдение такой энергичной сушки влечет за собой слабые края, коробление и пузыри.

Для учета количества воды, проникающей в пятислойную переклейку, изготовленную по американскому способу, при помощи растительного клея, достаточно произвести следующее вычисление.

На одну часть сухого вещества в готовом клее приходится 2,5 части воды. Опыт показывает, что расход клея выражается в 454 г сухого вещества на $3,715 \text{ м}^2$ и таким образом на 1 м^2 приблизительно требуется 120 г сухого вещества, или — при указанном выше соотношении веса сухого вещества и воды — приблизительно 300 г воды. Но так как в пятислойной переклейке имеются 4 клеевых слоя, то в такую плиту вводится около 1 200 г воды. В трехслойной склейке это составило бы 600 г воды. В европейской промышленности соотношения аналогичны. Если например при горячей клеевке казеином принимать расход 50 г сухого вещества на 1 м^2 покрытой клеем площади и принять обычное соотношение между сухим клеевым веществом и водой, как 1 : 5, то получится 250 г воды на каждый слой клея. Очень часто устанавливается соотношение веса 1 : 6; в этом случае на каждый слой клея получается по 300 г воды, что дает результат, аналогичный американскому. При европейских методах горячей клеевки значительная часть воды выделяется во время нахождения материала в прессе, но все же она остается в фанере еще в значительном количестве, что вызывает необходимость дополнительной сушки, хотя и не в такой мере, как в Америке.

При дополнительной сушке не следует загружать в качал переклейку различной конструкции, так как, например, такая переклейка с серединками из шпона требует более сильной дополнительной просушки, чем толстые плиты с серединками из пиломатериала, — последние способны поглощать большее количество влаги. При склейке пленочным клеем требуется не просушка, а охлаждение. Кроме того целесообразно дать возможность такой переклейке приспособиться к влагосодержанию окружающей среды, когда пересушенные рубашки поглощают некоторое небольшое количество влаги. Для штабелевки переклейки с целью просушки показанные на рис. 100 и 101 решетки подходят более обыкновенных прокладок.

Обрезка фанеры

Переклейку склеивают с известным допуском. Окончательный размер ей придается посредством обрезной пилы. На рис. 200 изображена двойная пила, обрезающая параллельно обе противоположные кромки. Большею частью фанеру обрезают по всем четырем кромкам. Если листы не квадратной формы, то дальнейший технологический процесс обычно протекает на двух станках, из которых один установлен для обрезки по ширине, а другой по длине. Практикуется также обрезка на однооперных станках.



Рис. 200. Двойная обрезная пила с цепным транспортером

На европейских заводах клееная фанера большею частью обрезаётся сразу целыми пачками. На этих станках расстояние между пильными дисками поддается регулировке.

Шлифовка клееной фанеры

Европейские фанерные заводы часто готовый фабрикат поставляют в нешлифованном виде, так как потребитель обрабатывает поверхность фанеры в своих собственных мастерских. Однако иногда предъявляется спрос и на шлифованные плиты, особенно если речь идет о больших размерах, обработка которых в мастерской затруднительна. Это относится также к большим плитам, оклеенным рубашками из ценных пород.

На рис. 201 показан большой трехбарабанный шлифовальный станок, применяемый для шлифовки больших листов, шириной приблизительно от 1,50 до 1,80 м (от 59 до 72") и длиной 5 м (197").

Шлифовка клееной фанеры с рубашками из ценных пород относится к самым деликатным работам, так как шпон из ценных пород чрезвычайно тонок; иногда толщина его доходит до 0,9 мм ($1/28$ "). Если фанера покоребилась, если она не равномерной толщины, а также если во время процесса прессовки на поверхность выступают неровности рубашки или внутренних, шпонов, при шлифовке возникает опасность повреждения рубашек.

На рис. 202 показан шлифовальный станок, применяемый в Америке для обработки переклейки среднего и мелкого размеров. Он представляет собой так называемый барабанный шли-

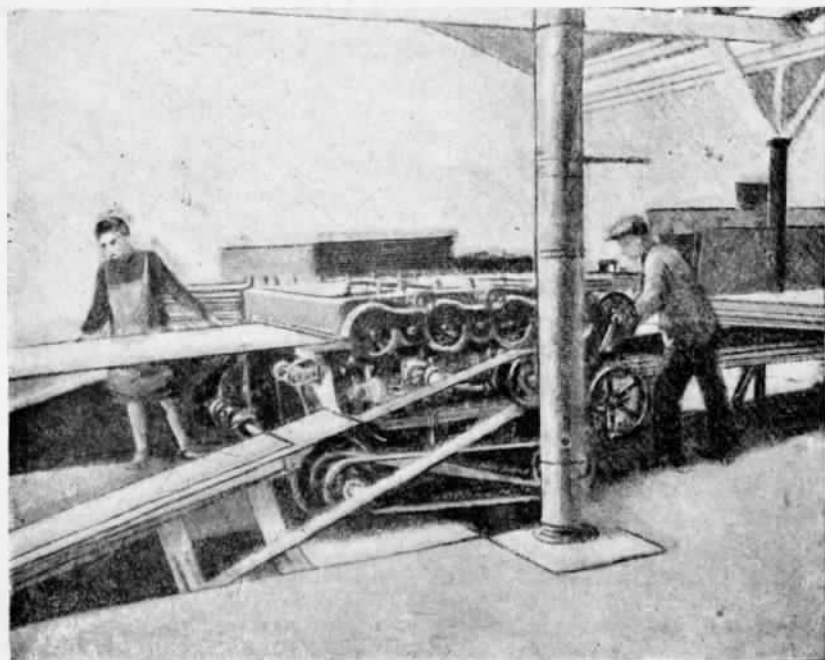


Рис. 201. 3-барабанный шлифовальный станок

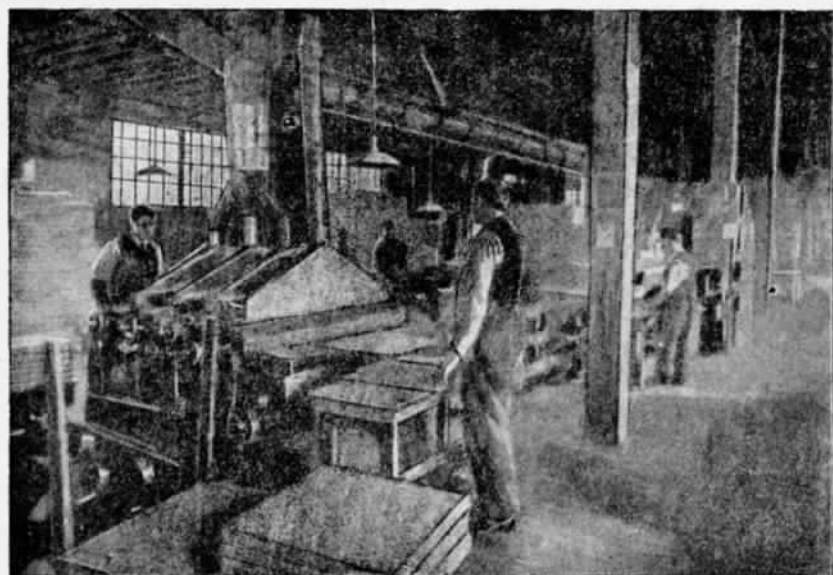


Рис. 202 Барабанный шлифованный станок для отделки фанеры малых размеров

фовальный станок, снабженный двумя и тремя шлифовальными барабанами. Эти барабаны обтянуты шкуркой. Обычно каждая поверхность шлифуется отдельно. Лишь при шлифовке фанерных дверей или листов с толстыми рубашками, примерно 1,6 мм ($\frac{1}{16}$ ") или 2,1 мм ($\frac{1}{12}$ "), можно применять двухсторонний шлифовальный станок. Шкурка на первом ролике более груба, на втором она тоньше, а на третьем обычно достигает уже тонкости полировальной бумаги. Благодаря этому получается поверхность, уже приспособленная для лакировки.

Бумажные полосы, соединяющие отдельные полосы шпона, при шлифовке удаляются.

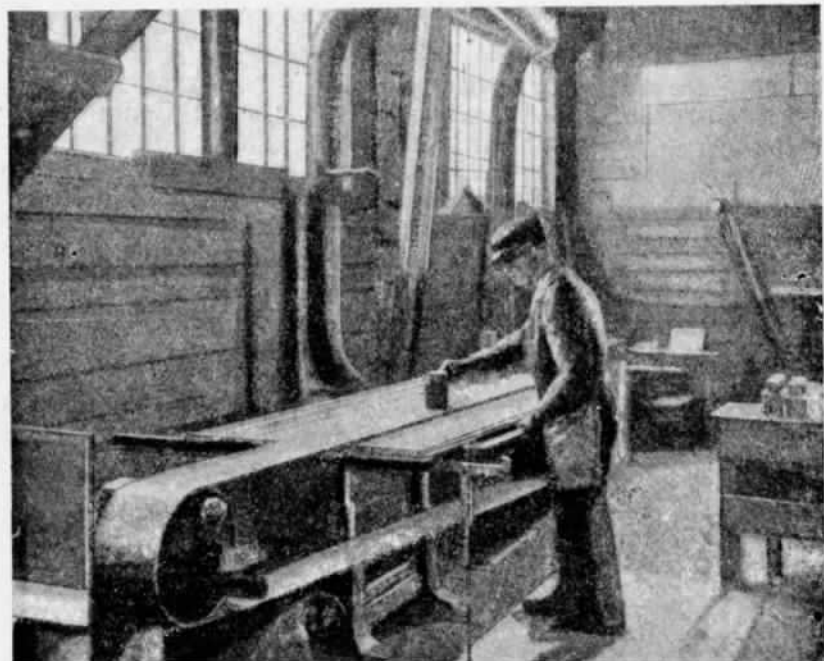


Рис. 203. Ленточный шлифовальный станок

Швы между соседними полосами шпона должны выступать лишь в виде едва заметной линии. Симметрично составленные шпоны из ценных пород, из которых один перевернут, могут после обработки шкуркой обнаруживать различие оттенков. Если смотреть на такой шлифованный лист при различном освещении, можно наблюдать самые различные, радующие глаз знатка, эффекты, производящие на непосвященных впечатление неудачного подбора шпона. С художественной точки зрения именно это разнообразие чрезвычайно ценно.

Бывает, что после выхода переклейки из барабанного шлифовального станка при дополнительной проверке обнаруживаются еще остатки бумажных полос или шероховатые места. Для удаления их пользуются изображенным на рис. 203 ленточным

шлифовальным станком, в котором вращается мелкозернистая полировальная шкурка с обращенной внутрь (рабочей) поверхностью. Для окончательного удаления этих последних внешних дефектов станочник в местах, требующих дополнительной шлифовки, прижимает ленту к листу.

Безупречный вид, гладкость, полировка и лакировка изделия в значительной мере зависят от предшествующей шлифовки. Если рубашки в процессе шлифовки доведены до слишком малой толщины, то их трудно отделять и может даже случиться, что будет просвечивать клей.

Циклевка фанеры

Вторым способом отделки поверхности является циклевка. Обработка циклей дает меньшую потерю (в толщине и более гладкую поверхность, чем шлифовальный станок. При этом следует отметить, что при циклевании поры древесины не забиваются пылью. Циклей можно пользоваться лишь тогда, когда имеется фанера с прямым направлением волокон, так как цикля может вырвать частицы поверхности. Применяется цикля главным образом для обработки фанеры из более твердых пород, прежде всего для отделки дуба.

Отделка кромок

Способ скрытия кромок, в частности торцовых кромок столярных плит, описан выше. Поэтому здесь мы лишь отметим, что кромки могут обклеиваться также шпоном. Если речь идет



Рис. 204. Фанерная кантовочная пила с электрическим приводом

о простых прямоугольных кромках, то это осуществляется самым простым способом — посредством накладывания соответственно прирезанных кусков шпона.

Выступающие кромки удаляют специальной небольшой пилой,

показанной на рис. 204. Это — прибор, приводимый в движение при помощи электричества. Обычно венировка кромок производится до шлифовки.

Окончательная отделка клееной фанеры

Переклейка, получившая повреждения во время разнообразных манипуляций, должна обязательно подвергаться «лечению». Если эта работа производится по всем правилам искусства, то переклейка безусловно не теряет своей ценности, так как аккуратная вставка безупречного материала и здоровые клеевые швы не менее прочны, чем самая переклейка. Наибольшие затруднения причиняют волосные трещины и открытые швы. Они вызываются самыми различными причинами, например влажностью рубашек, неаккуратностью швов, недостаточной прочностью склейки, дефектностью внутреннего шпона, а также недостатками клея.

Единственной мерой для избежания возможных дефектов является тщательная проверка и усовершенствование методов работы. Дополнительной обработкой можно многое исправить, но настоящего знатока обмануть трудно.

Контроль

Весь процесс производства клееной фанеры, начиная от биржи сырья и кончая отделкой готового фабриката, должен находиться под непрерывным контролем. Этот контроль дает возможность немедленно устранять обнаруживаемые дефекты.

На многих производствах наиболее экономичным и рациональным методом контроля считается отбор и испытание поступающего на завод сырья. Только такой способ гарантирует выход высококачественного фабриката. Регулярный контроль необходим уже по одному тому, что вызывает у рабочих известное стремление к выработке высококачественного продукта. Настоящий деревообделочник должен любить свое искусство. Часто приходится наблюдать, что любящий свое искусство производитель относится к своей работе с особым интересом, перерастающим в своего рода любовь к готовому изделию.

Окончательная проверка фабриката обычно производится в особом, расположенном рядом с транспортным отделом помещении, занимающем на крупных заводах довольно большую площадь. На рис. 205 показано такое инспекционное помещение, в котором производится проверка плоскости больших толстых столярных щитов.

Упаковка, транспорт и хранение на складе

При упаковке листы фанеры принято укладывать лицевой стороной внутрь, а задней наружу. С отделанной поверхности перед упаковкой следует тщательно удалять все пылинки. Царапины очень часто объясняются халатностью в этом отношении.

нии. Переклейка с еще неотделанными поверхностями быстро впитывает влагу и должна поэтому сохраняться в сухом и теплом помещении. Если во время транспорта переклейка может подвергнуться действию влажного воздуха, то ее надо упаковывать в водонепроницаемую бумагу. Союз немецких промышленников по производству клееной фанеры выработал соответствующие директивы, из которых приводим следующие:

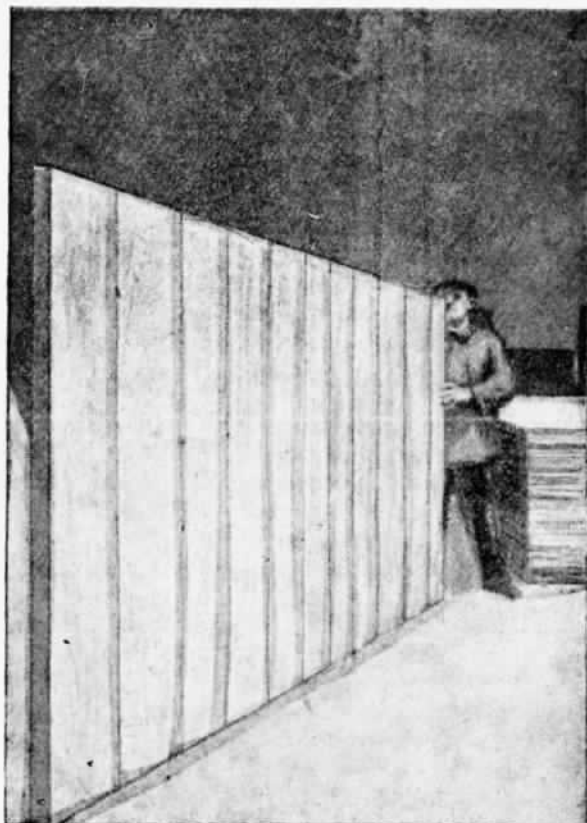


Рис. 205. Проверка столярных плит перед отправкой

1. Транспорт: в крытых вагонах с плотными крышами и стенами, а при транспорте на короткое расстояние — на грузовиках под брезентами. От влажности пола плиты защищаются слоем опилок, стружек и т. п.

2. Хранение на складах: в сухих, закрытых, свободных от пыли и по возможности с отрегулированной температурой помещениях. Пол должен быть настолько плотным, чтобы поднимающаяся из грунта влага не касалась плит. Плиты не должны прислоняться к стенам под наклоном, а складываются в шта-

беля на сухих прокладках, расположенных достаточно близко друг от друга, чтобы была устранена возможность провисания плит. Сверху отдельные штабеля должны перекрываться предохранительной плитой, на которую накладывается груз. Рекомендуется редкая, свободно пропускающая воздух укладка.

До дальнейшей обработки в столярных мастерских листы фанеры, в частности столярные щиты (толстая фанера), в целях дополнительной просушки складываются на некоторое время в помещении с соответственно регулируемой температурой.

Отв. редактор А. А. Витте

Тех. ред. К. Егорова и И. Викторова

Москва, Уполн. Главлита В—27.653

Сдано в набор 9/V—1935 г.
Подписано в печать 16/IX—1935 г.
Инд. 0541
Тираж 3.500 экз.

Формат бум. 62×94 (1/16)
Объем 9³/₄ бум. л.—20,8 авт. л.
Колич. зн. в бум. л. 96.000
Зак. № 1807

Калужская типография Мособлиполиграф